

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**

**CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ICTIOFAUNA Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE  
LA CUENCA DEL RÍO TUMBES  
(Tumbes)**

**TESIS**

**Para optar al Título Profesional de Biólogo**

**Mención en Hidrobiología y Pesquería**

**AUTOR**

**SILVIA SOLEDAD VALENZUELA REYNA**

**Lima – Perú**

**2014**



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ICTIOFAUNA Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA  
CUENCA DEL RÍO TUMBES**

(Tumbes)

Tesis para optar al Título Profesional de Biólogo  
Mención en Hidrobiología y Pesquería

Asesor: MSc. T. HERNÁN ORTEGA TORRES

Bach. SILVIA SOLEDAD VALENZUELA REYNA

Lima - Perú

2014

Con todo el cariño del mundo para mis abuelitos,

Julia y Pablo, por todo su amor y

apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, por impulsarme en cada paso que doy, por su comprensión y apoyo infinito.

A mi padre Crispín y a mis tíos Dante y Jessica, por su motivación diaria.

De manera especial a mi asesor y profesor MSc. Hernán Ortega, por guiarme en el fascinante e inacabable mundo de la Ictiología Continental, por todas sus enseñanzas y su constante apoyo para la culminación de la presente tesis.

A Diego, por su compañía y todo su apoyo.

Un agradecimiento especial a las personas que contribuyeron en el trabajo de campo: A Maricell, Nicol, Luis y Junior, por su valioso tiempo y su grata compañía. Asimismo, al Sr. José y su esposa Miluska por la cálida acogida en la ciudad de Tumbes.

A los investigadores y amigos del Departamento de Ictiología del Museo de Historia Natural. A Ana María, Jessica, Maricell, Nicol, Darío y Junior por su ayuda, aportes y sugerencias.

A la MSc. Iris Samanez y el Biólogo Max Hidalgo por sus acertadas observaciones.

Al Departamento de Ictiología del Museo de Historia Natural de la Universidad Mayor de San Marcos, donde desarrollé gran parte de este estudio.

A todos los especialistas del área de Ictiología que me brindaron su ayuda y asesoramiento en la identificación de peces: Ph.D James Albert (Universidad de Louisiana), Dr. Flavio Lima (Universidad de São Paulo) y Dr. Francisco Provenzano (Universidad Central de Venezuela).

A Jhonatan Capcha (FIG- UNMSM), por su asesoramiento en la elaboración del mapa.

A los señores miembros del jurado por sus valiosas sugerencias, por su tiempo y por el entusiasmo para terminar este trabajo.

**¡Gracias!**

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>3</b>
2.1 Cuenca del río Tumbes	3
2.2 Contaminación Ambiental de la cuenca del río Tumbes	4
2.3 Antecedentes	6
<b>III. OBJETIVOS</b>	<b>8</b>
3.1 Objetivo General	8
3.2 Objetivos Específicos	8
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>9</b>
4.1 Materiales	9
4.1.1 Material biológico	9
4.1.2 Materiales de la fase de campo	9
4.1.3 Material de laboratorio	10
4.2 Metodología	10
4.2.1 Área de estudio	10
4.2.2 Fase de campo	13
4.2.2.1 Caracterización limnológica de los ambientes acuáticos	13
4.2.2.2 Descripción de los principales impactos	14
4.2.2.3 Colecta, fijación, análisis y preservación del material biológico	14
4.2.3 Fase de laboratorio	15
4.2.4 Análisis de datos	16

4.2.4.1	Parámetros fisicoquímicos	16
4.2.4.2	Composición taxonómica y estructura de la ictiofauna del río Tumbes.	16
4.2.4.3	Distribución temporal y espacial de la comunidad de peces de la cuenca del río Tumbes.	17
4.2.4.4	Análisis de diversidad	18
4.2.4.4.1	Índices de diversidad	18
4.2.4.4.2	Análisis de similaridad	19
4.2.4.4.3	Curvas de acumulación de especies	20
4.2.4.5	Evaluación del estado de conservación de la zona en estudio	21
4.2.4. 6	Uso real de la comunidad de peces	23
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS</b>	24
5.1	Caracterización de los ambientes acuáticos evaluados	24
5.2	Parámetros Fisicoquímicos	31
5.3	Impactos registrados	35
5.4	Composición taxonómica, riqueza y abundancia de la ictiofauna de la cuenca del río Tumbes	36
5.4.1	Composición taxonómica	36
5.4.2	Riqueza y abundancia y composición de especies en la cuenca del río Tumbes	39
5.4.3	Estructura de la ictiofauna del río Tumbes	43
5.5	Distribución temporal y espacial de la comunidad de peces de la cuenca del río Tumbes	45
5.5.1	Distribución temporal	45

5.5.2	Distribución espacial	50
5.6	Riqueza y abundancia por estaciones	51
5.7	Actualización de especies válidas para la cuenca del río Tumbes	57
5.8	Diversidad de peces de la cuenca del río Tumbes	59
5.8.1	Índices de diversidad	59
5.8.2	Índices de similaridad	62
5.8.3	Curvas de acumulación de especies	66
5.9	Estado de Conservación de los ambientes acuáticos	68
5.10	Uso actual de los peces del río Tumbes	70
<b>VI. DISCUSION</b>		72
<b>VII. CONCLUSIONES</b>		85
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>		86
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		87
<b>X. ANEXOS</b>		99
<b>XI. GLOSARIO</b>		126

## **IINDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1:</b> Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo	12
<b>Tabla 2:</b> Categorías y atributos considerados en el modelo del IBI	22
<b>Tabla 3:</b> Calificación del estado de conservación de los cuerpos de agua	23
<b>Tabla 4:</b> Parámetros fisicoquímicos evaluados en la cuenca del río Tumbes.	31
<b>Tabla 5:</b> Estadísticos descriptivos de los parámetros fisicoquímicos evaluados en la cuenca del río Tumbes, 2012.	32
<b>Tabla 6:</b> Análisis Mann - Whitney de las variables fisicoquímicas por época de muestreo ( $p < 0,05$ ).	34
<b>Tabla 7:</b> Lista taxonómica de la Ictiofauna registrada en la cuenca del río Tumbes, 2012.	36
<b>Tabla 8:</b> Resumen y comparación entre ordenes de peces de la cuenca del río Tumbes, 2012.	39
<b>Tabla 9:</b> Riqueza y abundancia por órdenes de peces en la Cuenca del río Tumbes, 2012.	39
<b>Tabla 10:</b> Riqueza y abundancia por familias de peces Cuenca del río Tumbes., 2012.	42
<b>Tabla 11:</b> Estructura de la comunidad de peces registrada para la Cuenca del río Tumbes, 2012.	43
<b>Tabla 12:</b> Número de especies de peces por estaciones de muestreo y épocas, en la cuenca del río Tumbes, 2012.	47
<b>Tabla 13:</b> Número de individuos de peces por estaciones de muestreo y épocas, en la cuenca del río Tumbes, 2012.	49
<b>Tabla 14:</b> Análisis SIMPER de la comunidad de peces, por épocas, cuenca del río Tumbes, 2012.	50



<b>Tabla 15:</b> Riqueza (S) y abundancia (N) de la ictiofauna en el río Tumbes por estaciones en ambas épocas, 2012	57
<b>Tabla 16:</b> Lista taxonómica de la Ictiofauna registrada en la cuenca del río Tumbes (Recopilación de varios autores).	58
<b>Tabla17:</b> Índices de Diversidad para la Cuenca del río Tumbes, Época Húmeda, 2012	60
<b>Tabla 18:</b> Índices de Diversidad para la Cuenca del río Tumbes, Época Seca, 2012.	61
<b>Tabla 19:</b> Valores del Índice de Integridad Biótica (IBI) para los ambientes acuáticos evaluados en la Cuenca del río Tumbes-Temporada húmeda 2012	69
<b>Tabla 20:</b> Valores del Índice de Integridad Biótica (IBI) para los ambientes acuáticos evaluados en la Cuenca del río Tumbes-Temporada seca 2012.	70

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.	13
<b>Figura 2.</b> Estación Estero (HBT1), época húmeda (a) y época seca (b).	25
<b>Figura 3.</b> Estación Langostinera (HBT2), época húmeda (a) y época seca (b).	26
<b>Figura 4.</b> Estación puente Tumbes (HBT3), época húmeda (a) y época seca (b).	26
<b>Figura 5.</b> Estación San Juan de la Virgen (HBT4).	27
<b>Figura 6.</b> Estación Caserío Santa María (HBT5).	28
<b>Figura 7.</b> Estación Bocatoma La Peña (HBT6)	28
<b>Figura 8.</b> Estación Higuerón (HBT7).	29
<b>Figura 9.</b> Estación Rica Playa (HBT8)	30
<b>Figura 10.</b> Estación Quebrada Honda (HBT9)	30
<b>Figura 11.</b> Diagrama de cajas de los estadísticos de los parámetros fisicoquímicos evaluados en la cuenca del río Tumbes, 2012	33
<b>Figura 12.</b> Análisis Multidimensional (MDS) de las estaciones de muestreo de la cuenca del río Tumbes durante las épocas húmeda y seca	35
<b>Figura 13.</b> Riqueza por órdenes en la Cuenca del río Tumbes. 2012	40
<b>Figura 14.</b> Abundancia por órdenes en la Cuenca del río Tumbes, 2012	41
<b>Figura 15.</b> Abundancia por familias de peces Cuenca del río Tumbes, 2012	43
<b>Figura 16.</b> Estructura de la comunidad de peces registrada para la Cuenca del río Tumbes, 2012.	45
<b>Figura 17.</b> Riqueza de peces por estaciones de muestreo y épocas, en la cuenca del río Tumbes, 2012.	47
<b>Figura 18.</b> Abundancia de peces por estaciones de muestreo y épocas, en la cuenca del río Tumbes, 2012.	49

<b>Figura 19.</b> Distribución por sectores: alto (A), medio (B) y bajo (C), de las principales familias de peces en la cuenca del río Tumbes.	52
<b>Figura 20.</b> Diagrama de cajas de los índices de diversidad de la cuenca del río Tumbes para época húmeda y seca, 2012.	62
<b>Figura 21.</b> Dendrograma de similaridad de las estaciones evaluadas, época Húmeda, cuenca del río Tumbes, 2012.	63
<b>Figura 22.</b> Dendrograma de similaridad de las estaciones evaluadas, época Seca, cuenca del río Tumbes, 2012.	64
<b>Figura 23.</b> Dendrograma de similaridad de las estaciones evaluadas, época Seca, cuenca del río Tumbes, 2012.	65
<b>Figura 25.</b> MDS de las abundancias transformadas de peces por sectores de muestreo, época seca y húmeda, cuenca del río Tumbes, 2012.	67
<b>Figura 25.</b> Curva de acumulación de especies, cuenca del río Tumbes, época húmeda, 2012.	67
<b>Figura 26.</b> Curva de acumulación de especies, cuenca del río Tumbes, época seca, 2012	68

## **ANEXOS**

<b>Anexo 1.</b> Ficha de campo.	100
<b>Anexo 2.</b> Características ecológicas descriptivas de los ambientes acuáticos en la cuenca del río Tumbes.	101
<b>Anexo 3.</b> Composición taxonómica registrada para la cuenca del río Tumbes por épocas y estaciones.	102
<b>Anexo 4.</b> Los peces de la cuenca del río Tumbes.	103
<b>Anexo 5.</b> Atributos de los peces considerados para el desarrollo del IBI.	104
<b>Anexo 6.</b> Descripción de las especies de peces registradas para la cuenca del río Tumbes	105

## **RESUMEN**

El presente estudio se realizó en el curso principal de la cuenca del río Tumbes, ubicado en el departamento del mismo nombre. El río Tumbes pertenece a la cuenca binacional Puyango – Tumbes, es el río más importante de la costa norte peruana, vierte sus aguas en el Océano Pacífico y actualmente enfrenta graves problemas de contaminación que acarrea desde sus orígenes en la sierra del Ecuador y que se acentúan cerca de su desembocadura. Los objetivos del estudio fueron: determinar la composición taxonómica, estructura y distribución de la ictiofauna del río Tumbes; describir el estado de conservación de los ambientes evaluados y describir el uso de la comunidad de peces. El estudio comprendió dos evaluaciones (época húmeda y seca del año 2012), en nueve estaciones de muestreo. Las colectas fueron realizadas utilizando redes de arrastre. Con la finalidad de determinar variaciones en la calidad del agua se registraron parámetros fisicoquímicos. Se analizó la similaridad y las curvas de acumulación de especies mediante estimadores no paramétricos. Se utilizó el IBI (índice de Integridad Biótica) para determinar el estado de conservación de los ambientes evaluados. Se colectaron 982 individuos y se identificaron 32 especies de peces (de los cuales 19 corresponden a especies de carácter dulceacuícola y 13 son formas anfidromas), presentando de este modo la mayor riqueza íctica de la costa Peruana, incluyendo especies endémicas y de consumo. El análisis de similaridad indica una composición distinta por sectores muestreados, la distribución de la ictiofauna se encuentra influenciada por la cercanía al mar y por la disponibilidad de hábitats. El estado de conservación de los ambientes según el IBI se encuentra entre malo y regular; confirmando un grado de alteración del hábitat. Se recomienda un monitoreo permanente de la calidad del agua, posteriores estudios en la zona incluyendo afluentes y analizar hábitos alimenticios y aspectos reproductivos de las principales especie de peces para implementar planes y estrategias de conservación.

**Palabras claves:** ictiofauna, conservación, anfidromo, Cuenca hidrográfica.

## **ABSTRACT**

The present study was realized along the main course of the Tumbes river Basin, located in the department of the same name. The Tumbes River belongs to the binational basin Puyango - Tumbes, is the most important river in the northern Peruvian coast flowing into the Pacific Ocean and is currently showing serious problems of pollution carried from its origins in the highlands of Ecuador and is accentuate near its mouth. The main objectives of the study were to determine the taxonomic composition, structure and distribution of the fish fauna of the Tumbes River. To estimate the conservation status of the aquatic environments, determine the use of the fish community and identify the main impacts. The study included two assessments (wet and dry season of 2012) in nine sampling stations. The collections were made using seines. With the purpose of determining variations in at water quality, the physico-chemical parameters were recorded. For data analysis was used statistical programs (Primer, Past and EstimateS). The similarity was analyzed by dendrograms and species accumulation curves were analyzed not parametrics estimators. Index of Biotic Integrity (IBI) was used to estimate the conservation status of the aquatic environments. In total 982 specimens were collected and 32 species of fish were identified (19 of them are specifically freshwater species and 13 are amphidromous). Thereby presenting the biggest fish fauna of the Peruvian coast, with a significant number and endemic species and other used for consumption. Similarity analysis indicates a different composition sampled sectors; the distribution of the fish fauna is influenced by the proximity to the sea and the wide availability of habitats. The conservation status are between bad and regular terms; confirming a worrying degree of habitat alteration. Permanents monitoring of water quality is recommended, further later studies in the area must include affluent and studies of dietary habits and reproductive aspects of the main species to implement conservation plans.

**Key words:** fish fauna, conservation, amphidromous, basin.

## I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas acuáticos continentales son importantes porque son fuente primaria de obtención de agua para diversos usos (consumo, agricultura, industria, etc.). Sin embargo, el principal rol de estos ambientes es sustentar la vida de una gran diversidad de organismos acuáticos que dependen de la buena calidad del agua. En las últimas décadas, estos ecosistemas han sido sometidos a una gran presión dando como resultado la degradación y pérdida del hábitat, originado principalmente por actividades humanas como la urbanización, el crecimiento demográfico, contaminación, etc., manifestándose los efectos directamente en la disminución de la calidad del agua y de sus componentes biológicos.

Los ríos y otros ambientes acuáticos de la región neotropical son considerados excepcionalmente diversos, con más de 7 000 especies de peces de agua dulce actualmente estimadas (Lundberg *et al.*, 2000; Reis *et al.*, 2003, Leveque *et al.*, 2008; citado por Albert y Reis, 2011). Representan la quinta parte de todas las especies de peces de agua dulce del mundo y el 10% de todas las especies vertebradas (Vari y Malabarba, 1998).

La diversidad de peces dulceacuícolas reconocida actualmente para Perú registra 1 064 especies nativas y se estima una riqueza de 1 300 especies en total (Ortega *et al.* 2012). Los ecosistemas acuáticos continentales del Perú están distribuidos en tres grandes vertientes: Pacífico, Amazonas y Lago Titicaca; de ellas, la vertiente del Pacífico se caracteriza por su aridez y es la zona más crítica del Perú, al disponer del 1,8% de los recursos hídricos y presentar una gran presión de uso (MINAG, 2013). A lo largo de la costa peruana, de norte a sur, existen grandes diferencias en la composición de la ictiofauna, observándose un gradiente marcado de diversidad y composición de especies que es mayor al norte (Tumbes) y menor en el extremo sur, en Tacna (Ortega *et al.*, 2012).

El río Tumbes es el más importante de la costa norte peruana por el caudal que presenta, las extensas áreas de cultivo que irriga y por ser el único río navegable de

esta parte del país. Además en su desembocadura en el Océano Pacífico se forman extensos y definidos deltas donde predominan los manglares, que son ecosistemas únicos que albergan una alta biodiversidad.

El río Tumbes es usado para abastecer las demandas de consumo poblacional de agua, con fines agrícolas, pecuarios y/o acuícolas; sin embargo, algunas zonas de la cuenca se encuentran severamente contaminadas, particularmente en áreas cercanas a la ciudad de Tumbes donde se ha reportado serios problemas de contaminación, como: el vertimiento directo de los efluentes domésticos e industriales de la ciudad de Tumbes al cauce (Chávez, 2006), y la preocupante contaminación que acarrea desde su nacimiento en Ecuador, donde se desarrolla una intensiva minería informal que impacta la calidad del agua y cuyos niveles de contaminación alcanzan las zonas cercanas a la desembocadura en la parte peruana (DIGESA, 2006 y Sánchez, 2011).

Por otro lado, recientemente el poder ejecutivo emitió el proyecto de ley N° 3940-2014-PE, que establece la implementación del proyecto Binacional Puyango - Tumbes, proyecto que implica la construcción de cuatro represas a lo largo de la cuenca binacional, para aprovechar el agua e irrigar 40 500 hectáreas de cultivos que beneficiara a ambos países. Sin embargo, debido a la demora de la puesta en marcha de este gran proyecto y por los compromisos asumidos con Ecuador, se corre el riesgo de que esta obra comience a ejecutarse bajo plazos cortos y sin una evaluación realista que estime los principales impactos ecológicos y el efecto que causaría en las comunidades acuáticas y el estuario. La recopilación y generación de información técnico -científica antes del inicio de esta obra es necesaria para tomar adecuadas decisiones sobre la gestión hídrica.

Estudios de la ictiofauna en la cuenca del río Tumbes son pocos en comparación con investigaciones que vienen llevándose a cabo en otros sistemas fluviales peruanos (Amazonas, Urubamba, Ucayali, Marañón, etc.). A pesar de que la cuenca en evaluación, presenta especies de importancia para consumo, endémicas y especies con poblaciones mermadas, los estudios sobre la ecología básica de las poblaciones



de estos peces son pocas y/o inexistentes; es por eso la necesidad y urgencia de generar información sobre temas específicos como: diversidad, hábitos alimenticios, crecimiento y reproducción de los peces del río Tumbes, para poder tomar medidas adecuadas de conservación.

La presente tesis, forma parte de una investigación desarrollada en el año 2012, relacionado al tema de conservación de ecosistemas acuáticos, llevada a cabo en la cuenca del río Tumbes (parte peruana) durante dos épocas de muestreo (húmeda y seca), basándose en la colecta de peces.

La investigación brinda información sobre la composición, distribución y características de la comunidad de peces; adicionalmente se determinan las variaciones temporales y espaciales de esta comunidad para el mejor conocimiento de la distribución de especies según hábitat y época evaluada, finalmente se evalúa el estado de conservación de cada ambiente evaluado y se identifica cualitativamente los principales impactos que se presentan a lo largo de la cuenca.

## **II. MARCO TEORICO**

### **2.1 Cuenca del río Tumbes**

El río Tumbes pertenece a la cuenca internacional Puyango-Tumbes (Ecuador -Perú), que tiene sus orígenes en territorio ecuatoriano en la cordillera de Zaruma, por la convergencia de los ríos Amarillo y Calera en la provincia de El Oro, en su curso medio toma el nombre de Puyango y forma parte de la frontera internacional de ambos países. En la zona denominada Cabo de Inga cambia de dirección y entra a territorio peruano recibiendo el nombre de río Tumbes y desembocando finalmente en el Océano Pacífico (UNESCO,1994).

La cuenca del Puyango – Tumbes presenta una longitud de 230 km. y presenta una extensión de 4 800 km<sup>2</sup>, correspondiendo un 40% del total a territorio peruano. Geográficamente, la cuenca del Puyango - Tumbes se encuentra entre las coordenadas 03°30' y 04°15' Latitud Sur y 80°07' y 80°40' Longitud Oeste (MINAM,

2010), presenta un fuerte gradiente altitudinal que se origina en la vertiente occidental de los Andes Centrales del Ecuador a 3 500 m.s.n.m., hasta su desembocadura en el Océano Pacífico.

## **2.2 Contaminación ambiental de la cuenca del río Tumbes**

El río Puyango tiene sus orígenes en el distrito minero de Portovelo-Zaruma en la unión de los ríos Calera, Pindo y Amarillo, esta área actualmente es una de las más grandes reservas de oro en el Ecuador. En las riberas del río Calera la actividad minera informal se encuentra muy desarrollada y los depósitos de pasivos ambientales provocan flujos ácidos que contaminan el agua del río. Se han realizado muchos estudios de análisis de la calidad de agua de esta zona sometida a una alta presión minera, los resultados obtenidos son similares; Sánchez (2011), demuestra que el agua analizada no es apta para consumo humano ya que sobrepasa los límites permisibles para cobre (Cu), plomo (Pb), mercurio (Hg), cianuro (CN), sulfatos (SO<sub>4</sub>), etc., de la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes del Ecuador. El autor señala que esta actividad afecta a las poblaciones cercanas y también a las existentes aguas abajo del río Puyango, que atraviesa la zona y desemboca en territorio peruano; de igual forma, DIGESA (2006) realizó evaluaciones de calidad de agua y sedimento a lo largo de la cuenca binacional Puyango – Tumbes y determinó la presencia de plomo, cobre, mercurio, arsénico, cadmio, etc., en niveles mayores a los permitidos para el consumo humano. El ministerio de Energía y Minas del Ecuador realizó un monitoreo de las áreas mineras en el sur del país, los resultados demuestran que el área de Portovelo - Zaruma presenta gran contaminación con cianuro, mercurio y otros metales pesados, causando la desaparición de la fauna acuática en tramos del río (PRODEMINCA, 1998). Sumado a lo anterior, en la parte baja de la cuenca han sido identificados contaminantes bioacumulativos y biomagnificantes como los metales pesados, en granos de arroz y en cangrejos, constituyendo un riesgo para la salud de las personas que consumen estos productos

(Clark, R; 2014). Por otro lado, debido al gran caudal que presenta, la expansión de zonas agrícolas en ambas márgenes del río, clima desértico ambos países firmaron en 1971 el "Convenio para el aprovechamiento de las Cuencas Hidrográficas Binacionales Puyango - Tumbes y Catamayo - Chira" con el propósito de aprovechar el agua para la agricultura, con la construcción de presas para almacenar y distribuir el agua.

Según la normativa peruana dictada en la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, las aguas del río Tumbes se definen como aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (con tratamiento convencional), aguas para riego de vegetales, bebidas de animales, aguas de zona de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial. A pesar de lo descrito anteriormente, el río Tumbes actualmente enfrenta problemas derivados de la descarga directa de efluentes, según Chávez (2006) el 80% de las aguas residuales de la ciudad son arrojadas al cauce sin ningún tratamiento previo a través de la cámara de bombeo Coloma, este resultado concuerda con los estudios realizados por DIGESA(2006), en zonas del río cercanas a la ciudad de Tumbes, donde se reporta altos niveles de coliformes totales y termotolerantes. Otro impacto directo ocurre cerca de la ciudad de Tumbes, que al no contar con la infraestructura apropiada para la disposición correcta de los residuos sólidos presenta numerosos botaderos informales que emiten sus desperdicios a diferentes puntos del cauce del río (Gobierno Regional de Tumbes ,2013). Por otro lado, la agricultura es una de las actividades productivas más significativas en Tumbes (INEI, 2011) y el río es aprovechado para irrigar áreas considerables de sembríos ubicados en las zonas ribereñas generando una gran cantidad de efluentes agrícolas, considerados como una fuente importante de contaminación de las aguas, al incluir el aporte de fertilizantes, pesticidas, etc., que son transportados por escorrentías hacia el cauce de los ríos (U.S Department of Agriculture, 1985).

El cultivo de langostinos en el Perú está concentrado en la región Tumbes, en ambientes aledaños al ecosistema de manglares y esteros (Alfaro *et al.*, 2010). Esta

actividad se desarrolla a gran escala en el sector bajo, donde los efluentes están compuestos por contaminantes orgánicos y bacterianos que afectan directamente el ecosistema del río y perjudicando a la flora y fauna propias de manglar (MINAM, 2010).

En el año 2012 se promulgó el Proyecto de ley N° 1487-2012-CR como iniciativa para frenar la contaminación del río, en este se declara de necesidad y utilidad pública la recuperación ambiental del río Tumbes, proyecto que ha sido aprobado en el año 2013 pero su nivel de acción se encuentra aún en fase observacional.

### **2.3 Antecedentes**

Una de las primeras investigaciones realizadas para la cuenca del río Tumbes fue llevada a cabo por Böhlke (1958) en el Ecuador, en la cuenca del Puyango donde se evaluó principalmente especies de Characiformes presentes en dicha cuenca; mientras que el primer estudio específico de peces del río Tumbes fue realizado por Chirichigno (1963), presentando una lista preliminar y características de las familias y especies colectadas en el curso inferior del río Tumbes, centrándose en especies marinas y/o estuariales.

En el curso del río Puyango – Tumbes fueron efectuadas evaluaciones hídricas, características fisiográficas, climáticas y biota presente, mencionándose en un informe completo los posibles efectos del represamiento del río Tumbes (Berger *et al.*, 1977 y Gutiérrez *et al.*, 1980).

Los estudios que hacen referencia específica a especies de la ictiofauna del río Tumbes fueron los de Gery y de Rham (1981) quienes describen un nuevo género y especie endémica (*Chilobrycon deuterodon*) y el de Vari (1989) que describe y estudia la filogenia de la especie *Pseudocurimata troschelii*. Profonampe (1998) realizó un estudio de la zona reservada de Tumbes evaluando aspectos socioeconómicos y de biodiversidad, reportándose 17 especies de peces de hábitos dulceacuícolas. MacDonald (1991), realizó un estudio taxonómico de la ictiofauna de la cuenca del río

Tumbes y reportó 18 especies con dos nuevos registros para la zona (*Pseudocurimata troschelii* y *Chaetostoma microps*). Chang (1995), elaboró un estudio de diversidad y estructura de la comunidad de peces del río Tumbes, analizó la abundancia y distribución de peces, reportando 25 especies, de las cuales los nuevos registros estuvieron conformados por peces de origen marino. Luque, (2007), realizó una investigación integral de los ecosistemas marino-costeros, de manglar y de aguas continentales de la región Tumbes, la evaluación para ambientes continentales comprendió los ríos Tumbes y Zarumilla y las lagunas La Coja y Lamederos, se reportó 36 especies, de las cuales cuatro corresponden a nuevos registros de peces marinos y dos de peces dulceacuícolas. Ortega *et al.*, (2012), publicaron la lista anotada de peces de agua continentales del Perú, reportando 42 especies para la vertiente del Pacífico y mencionan que más de 30 especies se encuentran distribuidas en el río Tumbes y sus tributarios y resaltan el gran valor que presenta este río por albergar especies endémicas y de consumo.

Estudios similares al presente, sobre análisis de diversidad, estado de conservación y uso de peces como indicadores biológicos, han sido realizados por diversos autores y para diferentes hábitats, entre ellos: Rodríguez - Olarte *et al.*, 1995, 2006a y 2007, quienes desarrollaron un Índice de Integridad Biótica para ecosistemas costeros de Venezuela; Araujo, 2003, determinó un índice de integridad biótica preliminar para el río Paraiba do Sul; Bozzetti, 2004, determinó un índice basado en el ensamblaje de peces para ambientes acuáticos al sur de Brasil; Ferreira y Cassatti, 2006 y Vieira y Shibatta, 2007, trabajaron con la comunidad de peces del río Alto Paraná, mientras que Mercado-Silva *et al.*, 2002, validó un índice basado en peces para ríos de México.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General**

Determinar la diversidad actual de la ictiofauna y evaluar el estado de conservación de los hábitats acuáticos en la cuenca del río Tumbes.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar la composición taxonómica, distribución y estructura de la ictiofauna del río Tumbes.
- b. Determinar la variación temporal y espacial de la riqueza, abundancia y diversidad de peces en la cuenca del río Tumbes.
- c. Determinar el estado actual de conservación de la cuenca del río Tumbes.
- d. Describir el uso de la comunidad de peces de la cuenca del río Tumbes.
- e. Describir los principales impactos ambientales en la zona evaluada.

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1 Materiales**

#### **4.1.1 Material biológico**

El material biológico empleado proviene de dos campañas de colecta realizadas en la cuenca del río Tumbes en el año 2012, en las épocas húmeda y seca.

#### **4.1.2 Materiales para la fase de campo.**

Materiales de campo utilizados para determinar la ubicación geográfica, obtención de parámetros físico-químicos y colecta de los peces, así como productos químicos para la fijación y preservación de los especímenes.

- ✓ Ficha de muestreo (Anexo 1).
- ✓ GPS Garmin (76 C Sx).
- ✓ Red de pesca de arrastre (10 x 2.5 m y 5mm de abertura de malla).
- ✓ Red de mano (cal-cal): de 50 cm de diámetro y malla de 2 mm.
- ✓ Multiparametro digital portátil YSI 85.
- ✓ Alcohol al 70%, formaldehído al 10% y agua destilada.
- ✓ Jeringa 10 ml.
- ✓ Libreta de Campo resistente al agua.
- ✓ Lapiceros tinta líquida 0.2 (Artline) y plumón indeleble delgado.
- ✓ Etiquetas de campo (papel vegetal).
- ✓ Baldes de 8 y 20 litros.
- ✓ Contenedor (aprox. 1 x 0.5 x 0.5m).
- ✓ Cámara fotográfica digital.
- ✓ Gasa de algodón y papel toalla.
- ✓ Guantes quirúrgicos y mascarilla para gases.
- ✓ Cintas adhesiva Ducktype (3M) y de embalaje.
- ✓ Tijeras.

- ✓ Bolsas herméticas (Ziploc) grandes (30x40 cm) y medianas (27x28 cm).

#### **4.1.3 Materiales de laboratorio**

Materiales, equipos y sustancias químicas utilizadas en el laboratorio.

- ✓ Microscopio estereoscópico Nikon.
- ✓ Calibrador Mitutoyo con precisión de 0.1 mm.
- ✓ Guantes quirúrgicos.
- ✓ Frascos y bandejas.
- ✓ Estiletes y pinzas.
- ✓ Lápiz y plumón indeleble.
- ✓ Etiquetas (papel vegetal).
- ✓ Cuaderno de apuntes.
- ✓ Alcohol etílico 70%.
- ✓ Colección ictiológica de referencia.
- ✓ Claves taxonómicas especializadas de peces, descripciones originales y revisiones sistemáticas de géneros y familias.

## **4.2 Metodología**

### **4.2.1 Área de estudio**

La cuenca del río Tumbes, ubicada en la provincia del mismo nombre, presenta una longitud aproximada de 80 km (Lazarte, 2002). Según Chamorro (2006), este río es el más importante y navegable de la vertiente del océano Pacífico. Tiene como principales afluentes: por la margen derecha a las quebradas: las Peñas, Angostura y Guanábano; por su margen izquierda a las quebradas: Vaquería, Higuerón, Honda y Cazaderos. La cuenca comprende los distritos de San Juan de la Virgen, Pampas de Hospital, San Jacinto, La Cruz, Corrales y Tumbes (INGEMMET, 2006).



El clima de la zona evaluada es semitropical, varía desde el clima desértico en toda la franja de la costa, al semiárido en las zonas montañosas y presenta una fuerte influencia por la zona de convergencia intertropical (ZCIT) y el fenómeno de El Niño (Peisa, 2003). En el año 2012 se registró una temperatura máxima de 39,8 °C y una mínima de 16,5°C (referencia datos: SENAMHI, 2012 para el río Tumbes).

El área de estudio pertenece a la región biogeográfica del Bosque Seco Ecuatorial, que está presente sólo en el suroccidente del Ecuador y noroccidente del Perú, se caracteriza por ser una de las zonas más peculiares ya que estando al lado occidental de los Andes, presenta una biota del tipo amazónico.

El área de estudio se caracteriza por presentar dos épocas climáticas marcadas, la estación húmeda de diciembre a mayo y la estación seca de junio a noviembre (Lazarte, 2002). Según la clasificación por zonas de vida propuesta por Holdridge (1967), Tumbes presenta matorrales desérticos, que dan paso a bosques secos (Cerros de Amotape) y bosques pre montanos tropicales que corresponden al bosque tropical del Pacífico (Peisa, 2003).

La cuenca del río Tumbes forma parte de tres áreas naturales protegidas: el Parque Nacional Cerros de Amotape, la Reserva Nacional de Tumbes y el Santuario Nacional Manglares de Tumbes.

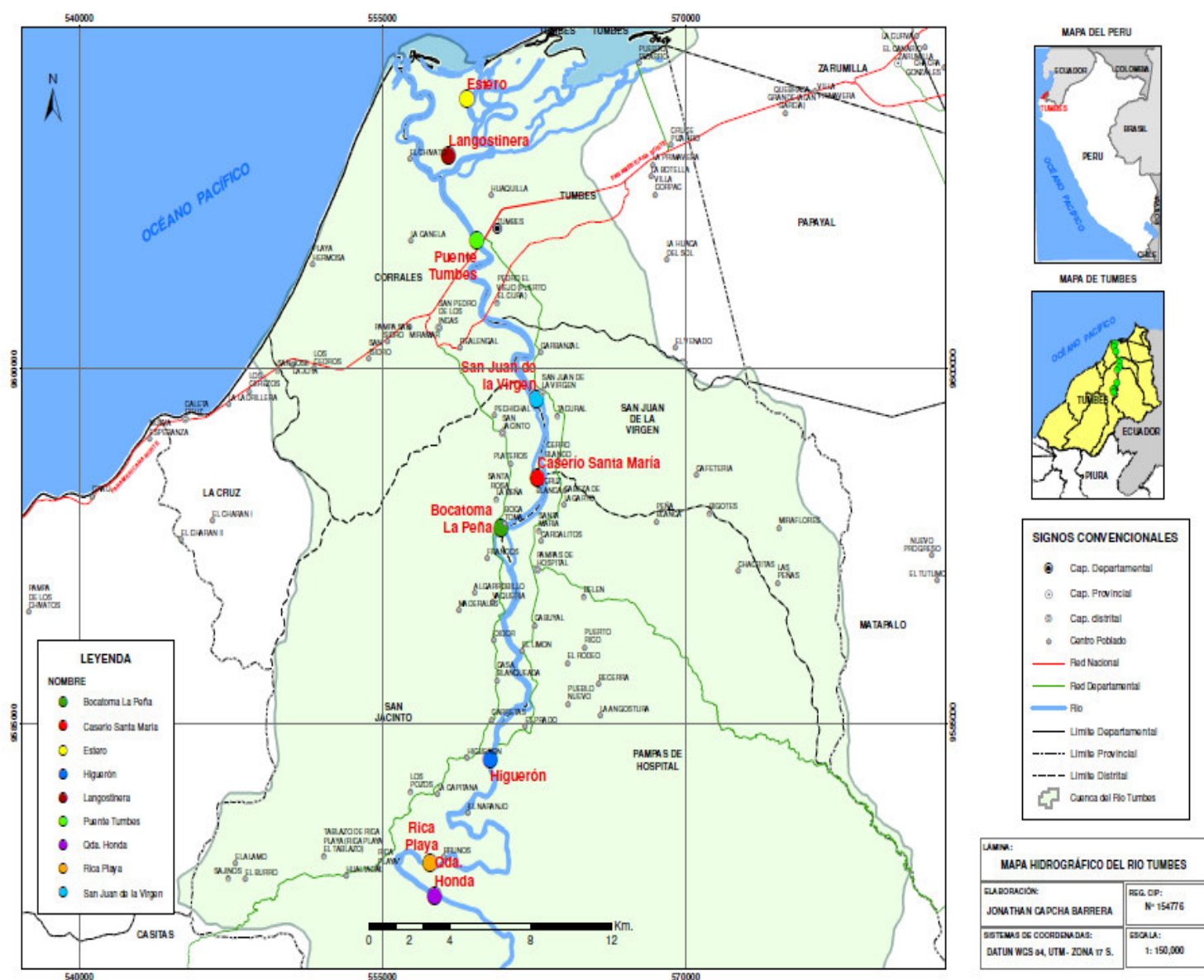
La cuenca del río Tumbes atraviesa una multiplicidad de relieves; en la parte alta en Cabo Inga son comunes montañas con altitudes de 500 m.s.n.m. que descienden hasta llegar a Rica Playa (120 m.s.n.m), mientras que en la parte media las zonas montañosas disminuyen y al final de su recorrido el río Tumbes recorre las zonas planas costeras hasta su desembocadura en los manglares.

La vegetación ribereña natural es diversa, siendo los principales representantes el “mangle” (*Rhizophora mangle*) propia sólo del estero; “sapote” (*Capparis angulata*), “bichayo” (*Capparis ovalitolia*), “palo santo” (*Bursera graveolens*), “molle” (*Schinus molle*), “algarrobo” (*Prosopis pallida*), “tara” (*Caesalpinia tinctoria*), “caña brava” (*Gynerium sp.*), arbustos, palmeras y gramíneas diversas.

El río Tumbes irriga un gran valle donde se desarrolla una agricultura intensiva de cultivos de plátano, arroz y limones, y en menor escala mango, soya, frejol y maíz amarillo (MINAG, 2011). Así mismo, el agua del río es utilizada para la irrigación de grandes estanques de cultivo de langostinos cercanos a la desembocadura.

**Tabla 1.** Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo ubicadas en la Cuenca del río Tumbes - 2012.

CÓDIGO	NOMBRE	DISTRITO	COORDENADAS	ALTITUD ( m. s. n. m)
			UTM 17S WGS 84	
HBT1	Estero	Tumbes	0559179 / 9611451	3
HBT2	Langostinera	Corrales	0558265 / 9609039	5
HBT3	Puente Tumbes	Tumbes	0559668 / 9605404	7
HBT4	San Juan de la Virgen	San Juan de la Virgen	0562616 / 9598706	18
HBT5	Caserío Santa María	Pampas de Hospital	0562667 / 9595370	20
HBT6	Bocatoma La Peña	Pampas de Hospital	0560863 / 9593226	54
HBT7	Higuerón	San Jacinto	0560324 / 9583453	68
HBT8	Rica Playa	San Jacinto	0557351 / 9579072	120
HBT9	Quebrada Honda	San Jacinto	0557574 / 9577681	124



**Figura 1.** Mapa de ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.

## 4.2.2 Fase de campo

### 4.2.2.1 Caracterización limnológica de los ambientes acuáticos

La evaluación se realizó en dos temporadas: húmeda (abril) y seca (octubre) del año 2012, se evaluaron nueve (09) estaciones a lo largo de la cuenca (ver Tabla 1 y Mapa 1). Se caracterizó cada una de las nueve estaciones de muestreo mediante un registro de variables ambientales correspondientes a factores hidromorfológicos y fisicoquímicos. Así, en cada estación primero se obtuvo las coordenadas geográficas y

la altitud correspondiente con el GPS, utilizándose el sistema de coordenadas UTM (*Universal Transverse Mercator*); luego se completó la ficha de campo con las siguientes variables: tipo de agua, tipo de hábitat, margen de muestreo, amplitud del cauce, profundidad, transparencia, área de muestreo, sustrato, vegetación de orilla, color aparente del agua y velocidad de la corriente; empleando métodos específicos para cada variable (Ortega, 2007). La descripción de los ambientes se llevó a cabo para las épocas húmeda y seca.

Para complementar el análisis también se evaluó directamente en campo los parámetros fisicoquímicos a nivel superficial: temperatura del agua, pH, conductividad, sólidos totales disueltos y oxígeno disuelto. Finalmente se realizó el registro fotográfico de todos los ambientes evaluados.

#### **4.2.2.2 Descripción de los principales impactos**

Para describir los principales impactos que están afectando la cuenca del río Tumbes, se dividió el área evaluada en tres zonas (superior, medio y bajo). En cada sector se identificó visualmente los principales impactos que están alterando la integridad del ecosistema acuático. Se describen los impactos y las probables fuentes de origen.

#### **4.2.2.3 Colecta, fijación, análisis y preservación del material biológico (Peces)**

Los peces fueron colectados utilizando redes de arrastre hacia la orilla de 10m x 2.5 m y 5mm de apertura de la malla en zonas más accesibles. Se usaron también redes de mano para la colecta según el tipo de canal. El muestreo se realizó en la cuenca del río Tumbes desde la desembocadura en el Océano Pacífico hasta el sector de quebrada Honda (Figura 1). En cada estación de muestreo se realizó un promedio de 10 réplicas basándonos, en la metodología de Ortega (2003).

Los especímenes capturados fueron colocados en una solución de formaldehído al 10%, para asegurar la adecuada fijación de los individuos con tallas superiores a los 15 cm, se les inyectó la misma solución en las cavidades abdominal y pélvica.

Los especímenes colectados fueron fijados en formol al 10% por un lapso de 48 horas, pasado este tiempo fueron enjuagados, hidratados y luego colocados dentro de gasas de algodón humedecidas en una solución de alcohol al 70%. Posteriormente, el material colectado por estación de muestreo fue etiquetado, registrándose datos de código de estación, lugar, fecha y responsable de la colecta. Finalmente, las muestras fueron empaquetadas en bolsas herméticas y depositadas en contenedores apropiados para su transporte y su posterior análisis en el departamento de Ictiología del Museo de Historia Natural.

#### **4.2.3 Fase de laboratorio**

Las muestras colectadas fueron separadas por estación y los especímenes de acuerdo a la morfología externa, características morfométricas y datos merísticos de cada individuo. Se empleó un microscopio estereoscópico de 40 X de aumento (Nikon) y un calibrador digital de 0.1 mm de precisión para diferenciar los caracteres taxonómicos. Para determinar el nivel taxonómico más exacto (especie) de los especímenes colectados, se emplearon claves de identificación especializadas como las de Géry (1977) para los Characiformes, Albert (2001) para Gymnotiformes, Kullander (1986) para Perciformes y Burgues (1989) para Siluriformes; así como descripciones originales de especies y publicaciones de revisiones: Gery y de Rham (1981), Howes (1982), Hulen (2004), Vari (1989a y 1989b), Vari *et al.*, (2005), Musilová (2009), Román-Valencia (2011) y para especies de origen marino se utilizó el manual de peces de Chirichigno (1998). Se confirmó la vigencia y validez de los nombres científicos en base a la nomenclatura y clasificación del Check list of the Freshwater Fishes of South and Central América (Reis *et al.*, 2003). Algunos taxa no pudieron ser identificados hasta nivel de especie y quedaron descritos hasta el nivel de género.

Luego de la identificación, los especímenes fueron colocados en frascos plásticos con alcohol al 70% para su preservación, con la etiqueta respectiva y con los datos de colecta rotulados, para ser finalmente catalogados y depositados en la Colección Científica de peces del Museo de Historia Natural.

#### **4.2.4 Análisis de datos**

##### **4.2.4.1 Parámetros fisicoquímicos**

Como herramienta para conocer en qué condiciones se encuentra el agua, se analizaron una serie de parámetros de tipo físico (temperatura, conductividad, transparencia) y químico (pH y oxígeno disuelto) que nos indicará la calidad del agua para distintos usos. Los parámetros fisicoquímicos fueron determinados *in situ* y los valores obtenidos fueron comparados con los estándares de calidad ambiental para agua, Categorías 1 y 4 del DS N° 002-2008-MINAM.

Por otro lado, los resultados de los parámetros fueron analizados con programas estadísticos. Se usó el test de normalidad Shapiro- Wilk, para determinar el tipo de distribución de los datos obtenidos, también se utilizó la prueba de ANOVA no paramétrico de Kruskal – Wallis del programa Past 3.0 (Paleontological Statistics, (Hammer *et al.*, 2001)), para detectar si existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre épocas de muestreo y por último se realizó un análisis de escalamiento multidimensional (MDS, por sus siglas en inglés) para encontrar patrones espaciales de distribución de las estaciones de muestreo según los parámetros fisicoquímicos durante las dos épocas (húmeda y seca), para este análisis se utilizó el programa PRIMER 6.1.6.

##### **4.2.4.2 Composición taxonómica y estructura de la ictiofauna del río Tumbes**

Para caracterizar la composición de la ictiofauna de la cuenca del río Tumbes, se elaboró una relación taxonómica con el total de especies identificadas y con la información básica de cada especie (género, familia y orden). Esta relación se ordenó según orden evolutivo siguiendo las recomendaciones de Reis *et al.* (2003) y Ortega *et al.* (2012) y según la clasificación reciente de Eschmeyer (2013). Se mantiene el orden alfabético dentro de las familias, géneros y especies, incluyendo autor y año de la descripción, por último se toma en cuenta el ambiente de donde proviene la especie

colectada y se le atribuye una condición (dulceacuícola, marina y/o estuarial). Esta composición de la comunidad de peces sirvió para obtener proporciones y porcentajes así como la distribución de las especies por épocas y por ambiente acuático evaluado. La riqueza (S) se estimó a partir de los datos obtenidos, se evaluó el número de especies registradas en la zona de estudio general, en cada estación y por época de evaluación. La abundancia (N) es el número de individuos obtenidos en cada estación y época, la abundancia relativa se determinó en base a la frecuencia de ocurrencia. Para determinar la estructura de la ictiofauna se tomó en cuenta la frecuencia de presencia de cada especie en los lugares de muestreo considerando su respectiva abundancia relativa para finalmente presentar una lista de las 10 especies más abundantes y frecuentes de la cuenca del río Tumbes.

#### **4.2.4.3 Distribución temporal y espacial de la comunidad de peces en la cuenca del río Tumbes.**

Es importante entender cómo las variaciones espaciales y temporales están relacionadas con las características ambientales de los ríos y la dinámica de las comunidades asociadas. La variación temporal está dictada por dos épocas climáticas de un ciclo hidrológico, que suceden en el intervalo de un año: para el área estudiada, la temporada húmeda comprende los meses de diciembre a mayo y la temporada seca abarca los meses de junio a noviembre, donde el régimen de lluvias cumple un rol fundamental al afectar la distribución de los peces. Para determinar el grado de variación de las poblaciones de peces según época climática se realizó la colecta de los especímenes y se analizó la riqueza y abundancia obtenida para ambas temporadas. También se aplicó un análisis SIMPER de las abundancias previamente transformadas para reconocer los taxa que más contribuyeron en la abundancia de cada ambiente y por época.

Por otro lado, en la variación espacial, la diversidad de peces se incrementa con la complejidad de la estructura del hábitat y las características físicas (tipo de orilla, sustrato, vegetación ribereña, velocidad de la corriente, etc.). La distribución espacial evalúa la frecuencia de especies en un determinado lugar relacionadas con la altitud o en una secuencia longitudinal. Longitudinalmente la cuenca del río Tumbes presenta variaciones importantes en su paisaje, en el sector superior se da la presencia de vertientes montañosas y bosques húmedos y nublados, propios de las áreas protegidas (Cerros de Amotape). En el sector bajo son comunes los valles con parches boscosos reducidos y en la zona costera la vegetación es escasa exceptuando las riberas del cauce donde dominan las especies de mangle. De esta manera, la estructura del ambiente acuático que es diferente en estos sectores influye en la distribución de las poblaciones de peces.

Asimismo, también se realizó un análisis de la distribución de especies, tomando en cuenta todas las muestras obtenidas cuya clasificación se realizó de acuerdo a Rodríguez- Olarte *et al.*, (2006b), quienes proponen cuatro tipos de distribución de los peces según la frecuencia de presencia de las especies en las muestras, así tenemos las aisladas que se encuentran en una sola estación; las restringidas con presencia en cuatro o menos estaciones; las locales que son registradas entre cinco y siete estaciones y las dispersas que son registradas en todas o casi todas las estaciones.

#### **4.2.4.4 Análisis de diversidad**

##### **4.2.4.4.1 Índices de diversidad**

Se estimaron los índices comunitarios de diversidad: Shannon – Wiener (H) y riqueza de Margalef (d'). Para determinar estos índices se utilizaron los paquetes estadísticos PRIMER 6.1.6 y el PAST 3.0 y la abundancia obtenida de las especies por épocas y por hábitat.



### **Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')**

Índice de Shannon-Wiener (H'): es un método ampliamente usado para calcular la diversidad biótica en los ecosistemas acuáticos y terrestres, mide la diversidad de especies, se expresa con un número positivo. Un valor alto indica una diversidad alta, influenciado por una gran cantidad de taxones o una distribución más equitativa de estas. El valor del índice es cero en los casos en que todos los individuos recogidos pertenecen a un solo grupo taxonómico.

$$H' = - \sum (p_i)(\log_2 p_i)$$

Dónde:

$p_i$  = abundancia proporcional del total de la muestra perteneciente a la especie  $i$ .

### **Riqueza de Margalef (d')**

Relaciona el número de especies de acuerdo con el número total de individuos. Los valores altos indican una alta biodiversidad.

$$d' = (S-1) / \ln N$$

Dónde:  $d'$  = índice de riqueza de Margalef;  $S$  = número de especies en la muestra;

y  $N$  = número total de individuos en la muestra. Valores inferiores a dos son considerados como zonas de baja diversidad y valores superiores a cinco son indicativos de alta diversidad (Margalef, 1995).

#### **4.2.4.4.2 Análisis de similitud**

La diversidad beta es una medida que nos permite conocer cuán diferentes o similares son una serie de muestras en términos de variación (Magurran, 2004), se puede determinar midiendo el grado de similitud que existe entre las comunidades. Para determinar el grado de similitud entre las estaciones y para distinguir agrupaciones entre las diferentes estaciones se utilizó un análisis de clúster, aplicando el índice de similitud de Morisita, previamente se realizó la transformación logarítmica de las abundancias para normalizar los datos, el análisis fue realizado por épocas y se utilizó el paquete estadístico PAST 3.0 para elaborar los dendrogramas.

### **Índice de Morisita – Horn**

Relaciona las abundancias específicas con las abundancias relativas y total. No está influenciado por la riqueza de especies o el tamaño de muestras pero es altamente sensible a las altas abundancias.

$$I_m = q \sum_{i=1}^q n_i (n_i - 1) / N (N - 1)$$

Dónde:

$I_m$  = Índice de Morisita

q = número de estaciones

$n_i$  = número de individuos de la especie en la  $i$ -ésima estación

N = número total de individuos

Su rango de medición es de 0 cuando los sitios son distintos en cuanto a la abundancia de especies presentes y 1 cuando son completamente similares (Williams – Linera, 2002).

También previa transformación de los datos de abundancia y usando el índice de similitud de Bray - Curtis se aplicó un análisis de escalamiento multidimensional (MDS) utilizando el programa Primer 6.1.6, para graficar la ubicación de cada muestra en el espacio entre sectores.

#### **4.2.4.4.3 Curva de acumulación de especies**

Se elaboraron curvas de acumulación de especies a partir de los datos de abundancia empleando el programa EstimateS versión 9.10 (Colwell, 2005), para establecer la representatividad del muestreo y estimar la riqueza de especies del área evaluada. Este análisis permite comparar los valores de riqueza observados, con los valores estimados, a partir de los estimadores no paramétricos. Para este caso se utilizaron los estimadores no paramétricos de riqueza de primer orden Chao y Jackknife, Chao de segundo orden y ACE. Esta prueba fue aplicada para cada época de evaluación.

#### **4.2.4.5 Evaluación del Estado de Conservación de la zona de estudio**

Evaluar sólo los parámetros fisicoquímicos, no es suficiente para retratar la realidad de un ambiente acuático, necesitando de indicadores biológicos para que los resultados sean más eficientes y completos (Castro y Casatti, 1997). Los peces son excelentes bioindicadores del estado ecológico, al ocupar varios nichos ecológicos (Karr y Chu, 1999). La abundancia de peces en determinado lugar puede indicar la gran disponibilidad de recursos alimenticios (Cox, 1997) y una disminución de la ocurrencia de peces podría ser indicador de algún tipo de impacto.

El estado de conservación de los ambientes acuáticos evaluados se determinó usando el Índice de Integridad Biótica (IBI, por sus siglas en inglés). Este método de evaluación del hábitat acuático fue diseñado por Karr (1981) y mejorado por el mismo autor en 1991, para evaluar en base a la comunidad de peces, la condición de los cuerpos de agua en el hemisferio norte. Este índice es complejo y ampliamente usado, muchas versiones fueron desarrolladas y adaptadas para diferentes regiones y ecosistemas; en Sudamérica los principales trabajos fueron realizados en múltiples ecosistemas acuáticos; así tenemos que Araújo (1998) modificó el IBI para el río Paraíba del Sur en Brasil; Rodríguez –Olarte *et al.*, (2007) modificaron el IBI para vertientes del Caribe Venezolano y Ortega *et al.*, (2007) para ecosistemas tropicales de Perú.

El Índice de Integridad Biótica mide hasta qué grado el hábitat mantiene una comunidad equilibrada, integrada y adaptada de organismos que tienen una composición, diversidad y organización funcional de especies comparables a los del hábitat natural de la región (Karr, 1981 (en Karr, 1991)). El modelo original del IBI emplea tres categorías y 12 criterios de evaluación que reflejan la riqueza, abundancia, la composición de las especies de peces, la estructura trófica y la condición de los peces.

La cuenca estudiada al ser parte de un ecosistema costero y drenar en la vertiente del Pacífico, fue analizada en base al IBI modificado por Rodríguez –Olarte *et al.*, (2007), aplicado para ecosistemas costeros de Venezuela (cuenca del río Tocuyo), debido a la similitud de ambos sistemas con respecto al hábitat, a la estructura de la comunidad de peces y a la presencia de manglares y estuarios en la desembocadura de ambas cuencas. El modelo fue modificado por el autor al tomar en cuenta que la estructura y ensamblaje de los peces en esta zona era muy diferente a los ríos de otros ambientes, además del desconocimiento de las historias de vida de la mayoría de peces. Este IBI considera cuatro categorías y ocho medidas (Tabla 2).

**Tabla 2.** Categorías y atributos considerados en el modelo del IBI (según Rodríguez-Olarte, 2007).

Categoría	Criterio	Estación A	Estación B	Estación C
<b>Riqueza y composición de especies</b>	Riqueza total de sp.	5	3	1
	Riqueza de especies no tolerantes	5	3	1
	Riqueza de especies tolerantes	5	3	1
<b>Composición trófica</b>	% Omnívoros	5	3	1
	% Herbívoros	5	3	1
	% Carnívoro	5	3	1
<b>Uso de Hábitat</b>	Proporción de peces de corriente	5	3	1
<b>Abundancia</b>	Densidad (individuos/m2)	5	3	1
<b>TOTAL</b>		<b>40</b>	<b>24</b>	<b>8</b>

Se determinó el IBI para cada época. En la categoría de riqueza y composición de especies se tomó en cuenta el número total de especies obtenidas por estación; para determinar los criterios riqueza de especies tolerantes e intolerantes se asignó la característica de tolerante (T) o no tolerante (NT) a cada especie según la información bibliográfica de distribución y/u obtenida de la especie o taxas afines. En la categoría

de composición trófica se usó bibliografía correspondiente a hábitos alimenticios de las especies encontradas o taxas afines para establecer los gremios tróficos, se determinaron omnívoros (O), herbívoros (H): que incluye alguívoros (a) y detritívoros (d), y carnívoros (C): que incluye invertívoros (i) y piscívoros (p). Para la categoría uso del hábitat se determinó la zona donde los peces se encontraron distribuidos y se les asignó un mesohábitat (MH): de corrientes (C), remansos (R) y pozos (P) según el lugar donde fueron capturados y observados en campo. La última categoría densidad de individuos, fue determinada con la relación área de muestreo y abundancia de peces. En el anexo 5 se resume los atributos considerados para el desarrollo del IBI.

El puntaje puede ser uno para un valor mínimo del atributo, tres como valor intermedio y cinco el máximo (condición deseable). Al valor del IBI final se le atribuye una clase de integridad biótica respectiva (Karr *et al.*, 1981, Rodríguez –Olarte, 1995 y 2007), estas clases son concedidas en los siguientes intervalos: pésima (10 puntos), mala (>10 - 20), regular (>20-30), buena (>30-35) y excelente (>35-40). La condición excelente refleja situaciones de pristinidad mientras que la condición pésima es consignada para ambientes muy impactados (Tabla 3).

**Tabla 3.** Calificación del estado de conservación de los cuerpos de agua, IBI.

Clasificación de la integridad biótica	Rango de Valores
Pésima	10
Mala	>10 -20
Regular	>20-30
Buena	>30-35
Excelente	>35-40

#### 4.2.4.6 Uso de la comunidad de peces

El uso de los peces por parte de la población se determinó en base a las observaciones directas, entrevistas a los pescadores y pobladores de la zona.

## **V.RESULTADOS**

### **5.1 Caracterización limnológica de los ambientes acuáticos evaluados**

En el anexo 2, se presentan los datos descriptivos del hábitat según la época evaluada.

En general, los ambientes evaluados se encontraron entre los 3 y 124 m.s.n.m, el agua en todas las estaciones fue turbia (color *beige*). La mayor profundidad de muestreo (1,80 m), fue reportada para la época húmeda en la estación San Juan de la Virgen y la menor profundidad (0,60 m) fue reportada para la época seca en el puente Tumbes, las aguas presentaron una alta turbidez que se vio reflejada en una transparencia mínima que varió de 3 a 15 cm en los ambientes evaluados; en la época húmeda la amplitud del cauce varió entre 20 y 90 m mientras que en la época seca la amplitud se encontró entre 15 y 60 m. En ambas temporadas, la velocidad de la corriente fue rápida en las zonas altas de la cuenca y lenta a moderada en las zonas bajas. El sustrato areno-fangoso fue característico de la zona baja, mientras que el sustrato areno-pedregoso fue representativo de las demás estaciones ubicadas a mayor altitud. La vegetación ribereña dominante fue herbácea y arbustiva para ambas épocas, representada por “mangle” (vegetación característica del manglar), gramíneas y sembríos de arroz en el sector bajo, en la zona media destaca la presencia de platanales, molles y sapotes, mientras que en el sector alto los bosques de algarrobo y caña brava son abundantes. A continuación se describen las principales características de los ambientes evaluados.

#### **HBT1: Estero**

Estación ubicada en el distrito de Corrales en la parte sur del manglar a la altura de la desembocadura del río Tumbes. En ambas épocas esta estación presentó el agua turbia, sustrato compuesto por arena (90%) y limo (10%); se observó mangle y gramíneas como vegetación ribereña dominante y en total se evaluó una superficie de 400 m<sup>2</sup>. En época húmeda el ancho del cauce fue 20 m, la profundidad máxima de

muestreo fue 0,8 m y la transparencia 0,03 m, mientras que para la época seca el ancho del cauce fue 15 m, la profundidad fue 0,65 m y la transparencia de 0,04 m.



**Figura 3.** Estación Estero (HBT1), época húmeda (a) y época seca (b).

### **HBT2: Langostinera**

Estación ubicada cerca a las áreas de langostineras que están establecidas próximas al cauce principal del río Tumbes. La composición del sustrato no vario para ambas épocas y estuvo representado por arena (100 %), la transparencia fue 0,15 m y fue constante en ambas épocas; la vegetación ribereña dominante estuvo representado por caña brava y gramíneas y la superficie muestreada fue 1 000 m<sup>2</sup>. En época húmeda el ancho del cauce fue 25 m y la profundidad máxima de muestreo fue 0,8 m, mientras que para la época seca el ancho del cauce fue 20 m y la profundidad fue 0,7 m.



**Figura 3.** Estación Langostinera (HBT2), época húmeda (a) y época seca (b).

### **HBT3: Puente Tumbes**

Ubicada a 100 m aguas abajo del puente Tumbes, cerca de la ciudad de Tumbes. El sustrato estuvo representado por: arena (80%) y grava (20%) para ambas épocas; caña brava y gramínea como vegetación ribereña dominante. En época húmeda la superficie muestreada fue 1 200 m<sup>2</sup>, el ancho del cauce fue 50 m, la profundidad máxima de muestreo fue 1,20 m y la transparencia de 0,03m, mientras que para la época seca la superficie muestreada fue 800 m<sup>2</sup>, el ancho del cauce fue 30 m, la profundidad fue 0,6 m y la transparencia de 0,03 m.



**Figura 4.** Estación puente Tumbes (HBT3), época húmeda (a) y época seca (b).



#### **HB4: San Juan de la Virgen**

Estación ubicada en el distrito de San Juan de la Virgen, en ambas épocas el sustrato estuvo conformado por arena (70%), grava (20%) y canto rodado (10%) y como vegetación ribereña dominante presento platanales, caña brava y gramíneas y la superficie muestreada fue 1 200 m<sup>2</sup>. En época húmeda la amplitud del cauce fue 80 m, la profundidad máxima de muestreo de 1,80 m y la transparencia de 0,05m, mientras que para la época seca el ancho de cauce fue 20 m, la profundidad fue 0,9 m y la transparencia de 0,04 m.



**Figura 5.** Estación San Juan de la Virgen (HB4), época húmeda (a) y época seca (b).

#### **HB5: Caserío Santa María**

Estación ubicada en el distrito de Pampas de Hospital, para ambas épocas el sustrato estuvo conformado por: arena (50%), grava (30%), canto rodado (10%) y hojarasca (10%); la vegetación ribereña representada por molles, platanales y caña brava. En época húmeda la superficie muestreada fue 1 200 m<sup>2</sup>, la amplitud del cauce fue 80 m, la profundidad máxima de muestreo fue 1,50 m y la transparencia de 0,05 m, mientras que para la época seca la superficie muestreada fue 800 m<sup>2</sup>, el ancho del cauce fue 30 m, la profundidad de muestreo fue 0,8 m y la transparencia de 0,04 m.



**Figura 6.** Estación Caserío Santa María (HBT5), época húmeda (a) y época seca (b).

### **HBT6: Bocatoma La Peña**

Estación ubicada aguas abajo de la bocatoma La Peña en el distrito de San Jacinto. En ambas épocas el sustrato estuvo conformado por arena (30%), grava (60%) y canto rodado (10%), la superficie muestreada fue de 800m<sup>2</sup> y presento caña brava como vegetación ribereña dominante. En época húmeda el ancho del cauce fue 50 m, la profundidad máxima de muestreo fue 0,80 m y la transparencia de 0,05 m, mientras que para la época seca el ancho del cauce fue 40 m, la profundidad fue 0,7 m y la transparencia de 0,04 m. Es evidente el marcado descenso del nivel de agua después la captación de agua.



**Figura 7.** Estación Bocatoma La Peña (HBT6), época húmeda (a) y época seca (b).

### **HB7: Higuérón**

Ubicada en el distrito de San Jacinto. Para ambas épocas el sustrato estuvo conformado por: arena (10%), grava (70%), canto rodado (25%) y piedra (5%), se muestreo una superficie total de 800 m<sup>2</sup>; presento algarrobo, overal y gramíneas como vegetación ribereña dominante. En época húmeda el ancho del cauce fue 50 m, la profundidad fue máxima de muestreo fue 1,60 m y la transparencia de 0,05 m, mientras que para la época seca el ancho del cauce fue 20 m, la profundidad fue 0,90 m y la transparencia de 0,04 m.



**Figura 8.** Estación Higuérón (HB7), época húmeda (a) y época seca (b).

### **HB8: Rica Playa**

Ubicada en el distrito de San Jacinto. Para ambas épocas el sustrato estuvo conformado por: arena (10%), grava (70%) y canto rodado (20%); presentó algarrobo, caña brava y gramíneas como vegetación ribereña dominante. En época húmeda la superficie muestreada fue 800 m<sup>2</sup>, el ancho del cauce fue 40m, la profundidad máxima de muestreo fue 1,60 m y la transparencia de 0,03m, mientras que para la época seca la superficie muestreada fue 960 m<sup>2</sup>, el ancho del cauce fue 35 m, la profundidad fue 1 m y la transparencia de 0,05 m.



**Figura 9.** Estación Rica Playa (HBT8), época húmeda (a) y época seca (b).

### **HBT9: Quebrada Honda**

Ubicada en el distrito de San Jacinto forma parte del Parque Nacional Cerros de Amotape. El sustrato estuvo conformado por: arena (20%), grava (60%) y canto rodado (20%); presentó carrizo, algarrobo, caña brava y overal como vegetación ribereña dominante. En época húmeda la superficie muestreada fue 800 m<sup>2</sup>, el ancho del cauce fue 90 m, la profundidad máxima de muestreo fue 1,60 m y la transparencia de 0,05m, mientras que para la época seca la superficie muestreada fue 960 m<sup>2</sup>, el ancho del cauce fue 60 m, la profundidad fue 0,80 m y la transparencia de 0,05 m.



**Figura 10.** Estación Quebrada Honda (HBT9), época húmeda (a) y época seca (b).



## 5.2 Parámetros fisicoquímicos

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos medidos fueron comparados con los estándares de calidad ambiental para agua, categoría 3 y 4, publicadas por DS N° 002-2008-MINAM. Los resultados indican que el agua del río Tumbes, cumple con los estándares establecidos para oxígeno disuelto, pH, conductividad y TDS, excepto en las estaciones cercanas a la desembocadura donde los valores de oxígeno disuelto son bajos y cercanos al límite, e incluso en la estación Estero (HBT1), en época seca, el valor de oxígeno disuelto es inferior al valor señalado en la norma para uso poblacional y recreacional (Categoría 1) (Tabla 4). En la Tabla 5 se muestra los principales estadísticos de los parámetros fisicoquímicos analizados.

**Tabla 4.** Parámetros fisicoquímicos evaluados en Cuenca del río Tumbes, 2012.

Época	Estación	T° agua (°C)	T° aire (°C)	Conductividad (uS/cm)	TDS (ppm)	Oxígeno (mg/L)	pH (UI)
<b>HÚMEDA</b>	HBT1-H	29,5	32,6	524	160	5,0	6,98
	HBT2-H	24,8	28,6	154	120	5,0	6,97
	HBT3-H	25,3	29,5	153	77	5,5	7,52
	HBT4-H	25,8	28,9	152	76	6,5	7,22
	HBT5-H	25,1	25,7	147	73	7,0	7,23
	HBT6-H	25,4	25,5	141	71	6,0	7,20
	HBT7-H	24,9	26,3	138	70	7,0	7,04
	HBT8-H	25,9	28,6	137	68	7,5	7,10
	HBT9-H	24,3	25,6	134	67	7,0	7,28
<b>SECA</b>	HBT1-S	28,9	30,1	1548	870	4,8	6,94
	HBT2-S	24,1	25,5	312	298	5,0	6,89
	HBT3-S	24,9	26,2	180	158	5,5	7,24
	HBT4-S	25,3	26,3	155	78	6,0	7,08
	HBT5-S	24,9	25,9	162	86	6,5	7,02
	HBT6-S	25,1	26,8	158	79	6,0	7,15
	HBT7-S	23,7	25,4	154	72	7,0	7,16
	HBT8-S	25,4	25,1	154	81	7,0	7,3
	HBT9-S	23,8	26,1	148	92	7,0	7,05
<b>ECA<sup>(1)</sup></b>		<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>1600</b>	<b>1000</b>	<b>≥5</b>	<b>5,5 – 9,0</b>
<b>ECA<sup>(2)</sup></b>		<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>&lt;2 000</b>	<b>NA</b>	<b>≥4</b>	<b>6,5 – 8,5</b>

1) DS N° 002-2008-MINAM.- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 1, Poblacional y recreacional, A2.

2) 1) DS N° 002-2008-MINAM.- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 3, Riego de Vegetales Tallo Bajo y Tallo Alto. NA: No Aplica.

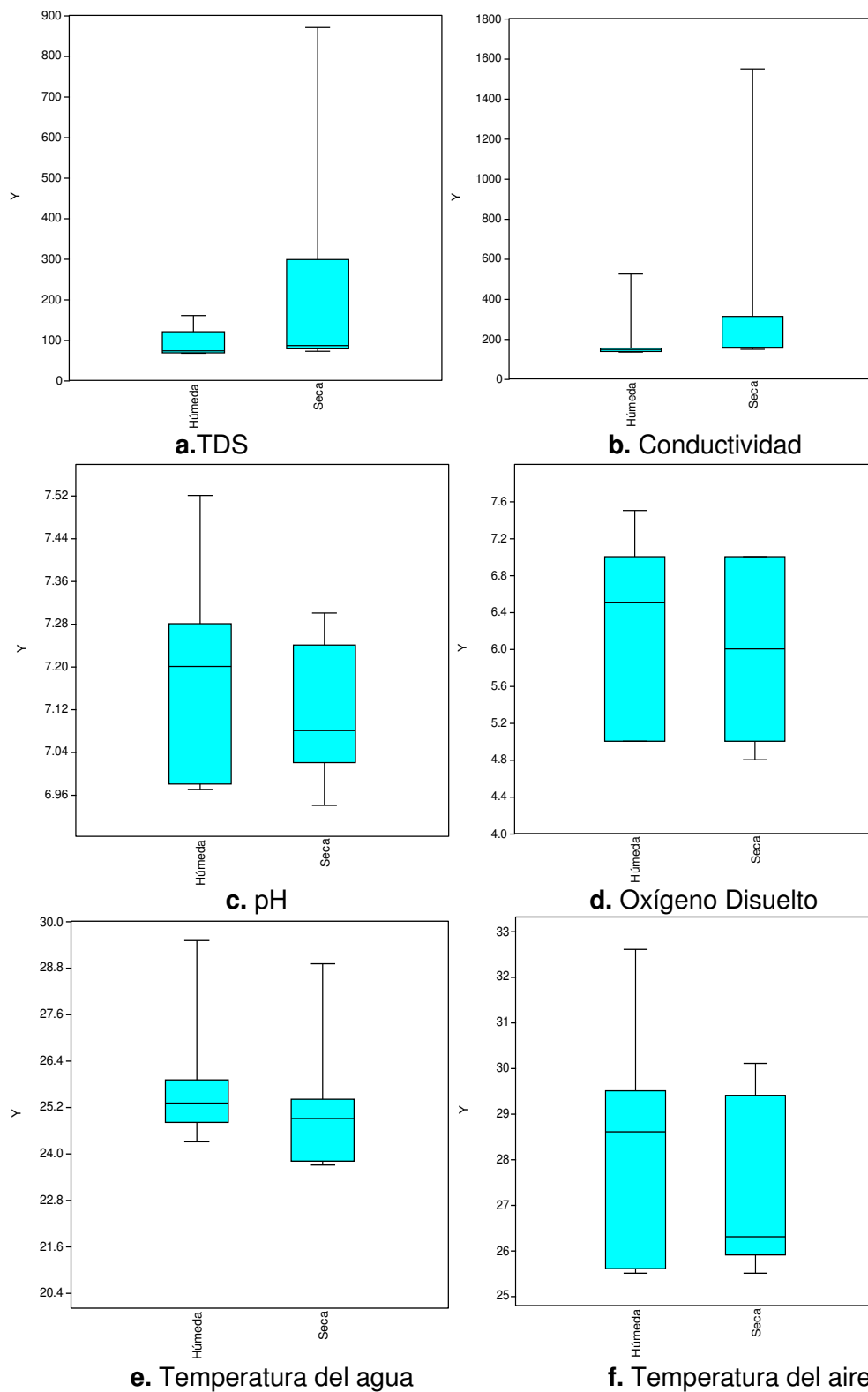
**Tabla 5.** Estadísticos descriptivos de los parámetros fisicoquímicos evaluados en la cuenca del río Tumbes, 2012.

Parámetro	N	Húmeda		Seca	
		Media (Min-Max)	D.S	Media (Min-Max)	D.S
Temperatura agua (°C)	9	25,67(24,3 - 29,5)	1,52	25,12 (23,7 - 28,9)	1,55
Temperatura aire (°C)	9	27,92 (25,5 - 32,6)	2,37	27,27 (25,5 - 30,1)	1,75
pH (UI)	9	7,17 (6,97 - 7,52)	0,17	7,11 (6,94 - 7,3)	0,11
Oxígeno (mg/L)	9	6,28 (5 - 7,5)	0,83	6,09(4,8- 7,0)	0,86
TDS (ppm)	9	86,89(67 - 160)	31,90	201,56 (72 - 870)	261,01
Conductividad (uS/cm)	9	186,67 (134 - 524)	126,72	330,11 (148 - 1548)	459,60

*D.S: Desviación estándar. N: Número de muestras, TDS: Sólidos Totales Disueltos.*

Según los diagramas *boxplot* (Figura 11), obtenidos en base a los estadísticos, los parámetros TDS y conductividad tienen un margen de variación muy marcado según época evaluada. Se observa que los valores de TDS reportados varían entre 72 y 870 ppm para la temporada seca, mientras que para la húmeda el rango es mucho menor (67- 160 ppm), de forma similar la conductividad varió entre 148 y 1 548 uS/cm para la temporada seca, mientras que para la temporada húmeda el rango vario entre 134 y 524 uS/cm, en ambos casos (TDS y conductividad) los valores más altos fueron reportados en la estaciones cercanas a la desembocadura y los menores en la estación Qda. Honda. El rango de pH registrado para la época húmeda varió entre 6,97 y 7,52 UI y mientras que para la época seca se encontró entre 6,94 y 7,3 UI, las estaciones cercanas a la desembocadura presentaron los menores valores de pH, mientras que los valores más altos fueron reportados para la estación Pte. Tumbes. La concentración de oxígeno disuelto vario entre 5 y 7,5 mg/L en la época húmeda y para la época seca el rango vario entre 4,8 y 7,0 mg/L, registrándose los menores valores para las estaciones ubicadas próximas a la desembocadura y cerca a la ciudad de Tumbes y los mayores valores en las estaciones ubicadas en las zonas altas. Los valores de T° superficial del agua para ambas épocas presentaron un margen de variación muy escaso, el rango en promedio se encontró entre 24,0 y 29,2 °C, siendo el estero y Qda. Honda las estaciones con mayor y menor T°. La T° del aire tiende a

ser mayor en época húmeda (32,6 vs 30,1); para las épocas húmeda y seca las temperaturas más altas fueron reportadas en el estero (32,6 y 30,1 respectivamente).



**Figura 11.** Diagrama de cajas por épocas, de los estadísticos de los parámetros fisicoquímicos evaluados en la cuenca del río Tumbes, 2012.

### **Análisis de los parámetros fisicoquímicos**

La tabla 6, muestra los resultados del análisis Kruskal – Wallis de las variables fisicoquímicas, considerando la época de muestreo donde sólo se detectaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre la época seca y lluviosa para la conductividad y Sólidos Totales Disueltos.

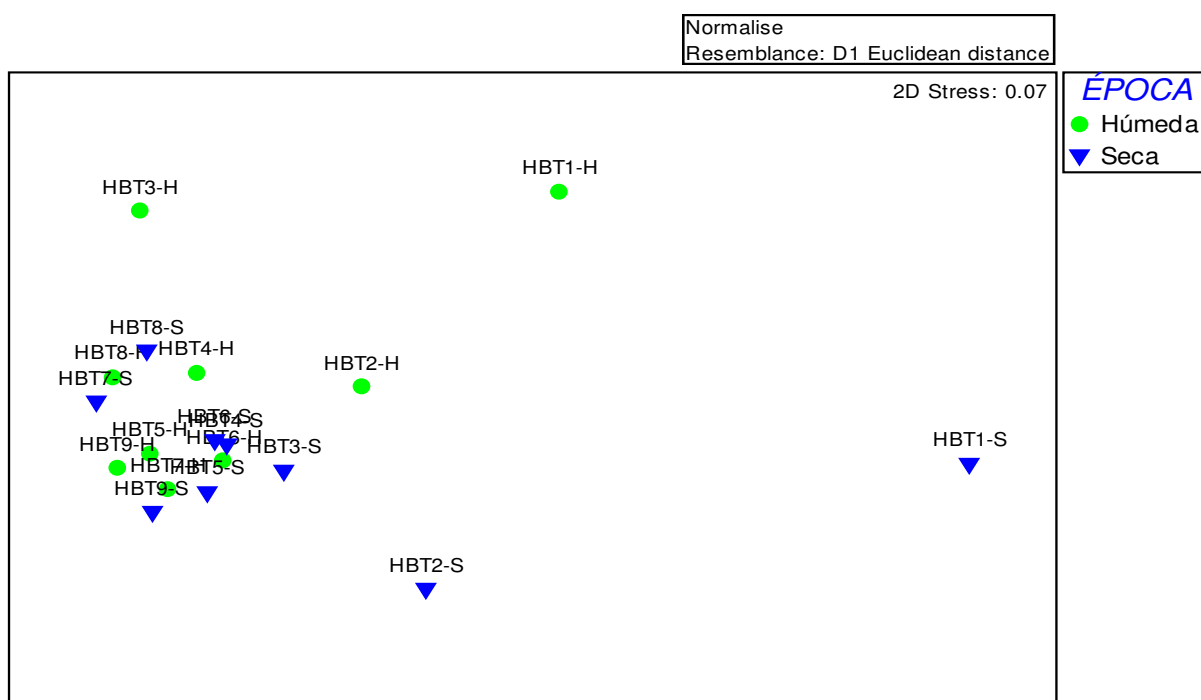
**Tabla 6.** Análisis Mann - Whitney de las variables fisicoquímicas por época de muestreo ( $p < 0,05$ ).

Parámetros	Época de muestreo	
	H	p
Temperatura del agua (°C)	1,528	0,232
Temperatura del aire (°C)	0,158	0,724
Conductividad (uS/cm)	6,333	0,01167*
TDS (ppm)	4,681	0,03051*
Oxígeno (mg/l)	0,281	0,619
pH	0,329	0,596

\*:  $p < 0,05$ , *p-value*.

Aplicando el Análisis de Escalación Multidimensional (MDS) a los parámetros fisicoquímicos analizados, se observó que para las estaciones evaluadas se confirma la presencia de diferencias significativas entre ambas épocas de muestreo para las estaciones cercanas a la desembocadura, lo que es explicado por la marcada variación de conductividad y sólidos totales disueltos, mientras que las demás estaciones se encuentran agrupadas independientemente de la época. Igualmente el punto de muestreo puente Tumbes (HBT3), en época húmeda se encuentra distanciado de las demás estaciones por presentar un pH ligeramente elevado (Tabla 4).





**Figura 12.** Análisis Multidimensional (MDS) de las estaciones de muestreo de la cuenca del río Tumbes durante las épocas húmeda y seca a partir de las variables fisicoquímicas, 2012.

### 5.3 Impactos registrados

El sector inferior agrupa a las estaciones ubicadas entre el estuario y la ciudad de Tumbes, esta zona presenta la mayor influencia antropogénica, aquí se evidencia el gran desarrollo de la industria langostinera intensiva y semi intensiva en los márgenes del río y cerca del manglar, el impacto es directo sobre el manglar ya que la construcción de nuevos estanques implica la deforestación de grandes bosques de mangle y con eso la desaparición de organismos que habitan estos ambientes. También esta actividad hace uso directo del agua y desecha el recurso utilizado al cauce, originando un impacto directo sobre el ecosistema acuático. Por otro lado cerca de la ciudad de Tumbes exactamente en el puente que cruza el río, se verifico la gran cantidad de basura vertida al cauce del río además de la descarga directa de desechos orgánicos sin previo tratamiento del colector de Coloma ubicado a 200 m del río Tumbes.

El sector medio se caracteriza por que la principal actividad de los pobladores es la agricultura. Grandes cultivos de plátano y arroz se encuentran ubicados en ambas márgenes del río, generando efluentes agrícolas que son vertidos al río, también hay captadores de agua para consumo humano y regadío. En la zona de Higuérón se observa la bocatoma La Peña que desvía gran cantidad de agua para los regadíos. Finalmente en el sector superior se evidencia la presencia de cultivos a menor escala, en la última estación no se observa impactos debido a la ausencia de poblados cercanos.

#### 5.4 Composición taxonómica, riqueza y abundancia de la ictiofauna de la cuenca del río Tumbes

##### 5.4.1 Composición taxonómica

Las muestras colectadas en ambas épocas de muestreo sumaron en total 982 individuos procedentes de nueve estaciones evaluadas a lo largo de la cuenca del río Tumbes, correspondiendo 608 individuos para la época húmeda y 374 individuos para la época seca (Anexo 3). En la tabla 7, se presenta la composición taxonómica de las especies encontradas en el presente estudio.

**Tabla 7.** Lista taxonómica de la Ictiofauna registrada en la cuenca del río Tumbes, 2012.

N°	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CONDICIÓN
1	Clupeiformes	Engraulidae	<i>Lycengraulis poeyi</i> (Kner, 1863)	Sardina	Marino, estuarial
2	Characiformes	Parodontidae	<i>Saccodon wagneri</i> Kner, 1863	Julilla y cholito	Dulceacuícola
3		Curimatidae	<i>Pseudocurimata troschelii</i> (Günther, 1860)	Dica	Dulceacuícola
4			<i>Pseudocurimata peruana</i> (Eigenmann, 1922)	Dica	Dulceacuícola
5		Lebiasinidae	<i>Lebiasina bimaculata</i> Valenciennes, 1847	Guabina	Dulceacuícola
6		Characidae	<i>Astyanax festae</i> (Boulenger, 1898)	Mojarra y pampanito	Dulceacuícola
7			<i>Bryconamericus brevirostris</i>	Mojarrita	Dulceacuícola

N°	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CONDICIÓN
			(Günther, 1860)		
8			<i>Bryconamericus peruanus</i> (Müller & Troschel, 1845)	Carachita	Dulceacuícola
9			<i>Rhoadsia altipinna</i> Fowler, 1911	Sardina	Dulceacuícola
10		Bryconidae	<i>Brycon atrocaudatus</i> (Kner, 1863).	Cascafe	Dulceacuícola
11			<i>Brycon dentex</i> Günther, 1860	Cascafe	Dulceacuícola
12			<i>Chilobrycon deuterodon</i> Géry & de Rham, 1981	Sábalo	Dulceacuícola
13	Siluriformes	Heptapteridae	<i>Pimelodella elongata</i> (Günther, 1860)	Bagre	Dulceacuícola
14		Cetopsidae	<i>Paracetopsis atahualpa</i> Vari, Ferraris & Pinna, 2005	Bagre ballena, ciego	Dulceacuícola
15	Siluriformes	Loricariidae	<i>Chaetostoma microps</i> Günther, 1864	Raspa	Dulceacuícola
16	Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Sternopygus sp.</i>	Vaca	Dulceacuícola
17	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Gambusia affinis</i> (Baird & Girard, 1853)	Gupi	Dulceacuícola
18	Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Pseudophallus starksii</i> (Jordan & Culver, 1895)	Agujilla	Dulceacuícola Marino y estuarial
19	Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus unionensis</i> Bocourt, 1868	Robalito	Marino, estuarial
20		Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	Lisa	Dulceacuícola Marino y estuarial
21			<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	Lisa	Dulceacuícola Marino y estuarial
22		Cichlidae	<i>Andinoacara rivulatus</i> (Günther, 1860)	Mojarra	Dulceacuícola
23			<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Tilapia	Dulceacuícola
24		Eleotridae	<i>Dormitator latifrons</i> (Richardson, 1844)	Chalaco	Dulceacuícola y estuarial
25			<i>Gobiomorus maculatus</i> (Günther, 1859)	Guabina	Dulceacuícola Marino y estuarial
26		Gobiidae	<i>Awaous banana</i> (Valenciennes, 1837)	Camotillo	Dulceacuícola y estuarial
27			<i>Evorthodus minutus</i> (Meek & Hildebrand, 1928)	Gobio	Marino, estuarial
28			<i>Gobionellus sp.</i>	Gobio	Marino, estuarial
29	Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus mazatlanus</i> (Steindachner, 1869)	Lenguado	Dulceacuícola Marino y estuarial
30			<i>Achirus klunzingeri</i> (Steindachner, 1880)	Lenguado	Dulceacuícola Marino y estuarial
31			<i>Trinectes fluviatilis</i> (Meek & Hildebrand, 1928)	Lenguado	Dulceacuícola
32			<i>Trinectes fonsecensis</i> (Günther, 1862)	Lenguado	Marino, estuarial

La ictiofauna registrada en el río Tumbes se encuentra representada por 32 especies de peces agrupados en ocho órdenes, 18 familias y 26 géneros. Del total de especies, 19 presentaron carácter exclusivamente dulceacuícola, y ocho se han registrado tanto en ambientes dulceacuícolas, marinos y estuarinas, mientras que cinco especies son formas marinas y estuarinas que generalmente ocupan el río en alguna etapa de su vida.

En la lista de especies descrita se describen dos especies endémicas del río Tumbes *Chilobrycon deuterodon* y *Paracetopsis atahualpa*, mientras que el gymnotiforme *Sternopygus sp.*, se encuentra en un proceso de estudio más detallado, ya que según expertos en el género, sería una nueva especie para la ciencia (James Albert, comunicación personal). También se reportan ocho especies endémicas de la zona norte del Perú (específicamente de los ríos Chira y Tumbes) y de la zona Suroccidental del Ecuador (Cuenca del río Guayas), destacan, *Saccodon wagneri*, *Pseudocurimata troschelii*, *Pseudocurimata peruana*, *Bryconamericus peruanus*, *Rhoadsia altipinna*, *Brycon atrocaudatus*, *Brycon dentex* y *Chaetostoma microps*, quienes presentan una distribución restringida dentro estas tres cuencas.

Por otro lado, las especies introducidas estuvieron representadas por *Gambusia affinis* y *Oreochromis niloticus*.

El súper Orden Ostariophysi (Characiformes, Siluriformes y Gymnotiformes) representa el 46,88% del total de especies con nueve familias, 12 géneros y 15 especies, mientras que los No Ostariophysi (Clupeiformes, Cyprinodontiformes, Syngnathiformes, Perciformes y Pleuronectiformes), representan el 53,12 % de la riqueza total, con nueve familias, 14 géneros y 17 especies (Tabla 8). En la composición taxonómica obtenida predominan los peces Characiformes con 11 especies y Perciformes con 10 especies. En el anexo 6 se presenta una ficha con las descripciones de cada especie.

**Tabla 8.** Resumen y comparación entre ordenes de peces de la cuenca del río Tumbes, 2012.

<b>SUPER ORDEN</b>	<b>ORDENES</b>	<b>N° de familias</b>	<b>N° de géneros</b>	<b>N° de especies</b>
<b>OSTARIOPHYSI</b>	Characiformes	5	8	<b>11</b>
	Siluriformes	3	3	<b>3</b>
	Gymnotiformes	1	1	<b>1</b>
<b>NO OSTARIOPHYSI</b>	Clupeiformes	1	1	<b>1</b>
	Cyprinodontiformes	1	1	<b>1</b>
	Syngnathiformes	1	1	<b>1</b>
	Perciformes	5	9	<b>10</b>
	Pleuronectiformes	1	2	<b>4</b>
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	<b>32</b>

#### **5.4.2 Riqueza, abundancia y composición de especies en la cuenca del río Tumbes**

Del total de especies colectadas ( $S=32$ ), el orden Characiformes agrupa la mayor riqueza específica con 11 especies (34,38% del total), seguido por el orden Perciformes con 10 especies (31,25% del total), Pleuronectiformes con cuatro especies (12,50%), y finalmente Siluriformes con tres especies 9,38 % (Tabla 9).

Para el caso de la abundancia relativa el orden Characiformes fue el dominante con 434 individuos (44,20%), siguiendo Siluriformes con 276 individuos (28,11%), Cyprinodontiformes con 128 individuos (13,03%), Perciformes con 124 individuos (12,63%), y finalmente los órdenes Clupeiformes, Gymnotiformes, Syngnathiformes y Pleuronectiformes que representan juntos el 2% de toda la abundancia (Tabla 9 y Figuras 13 y 14).

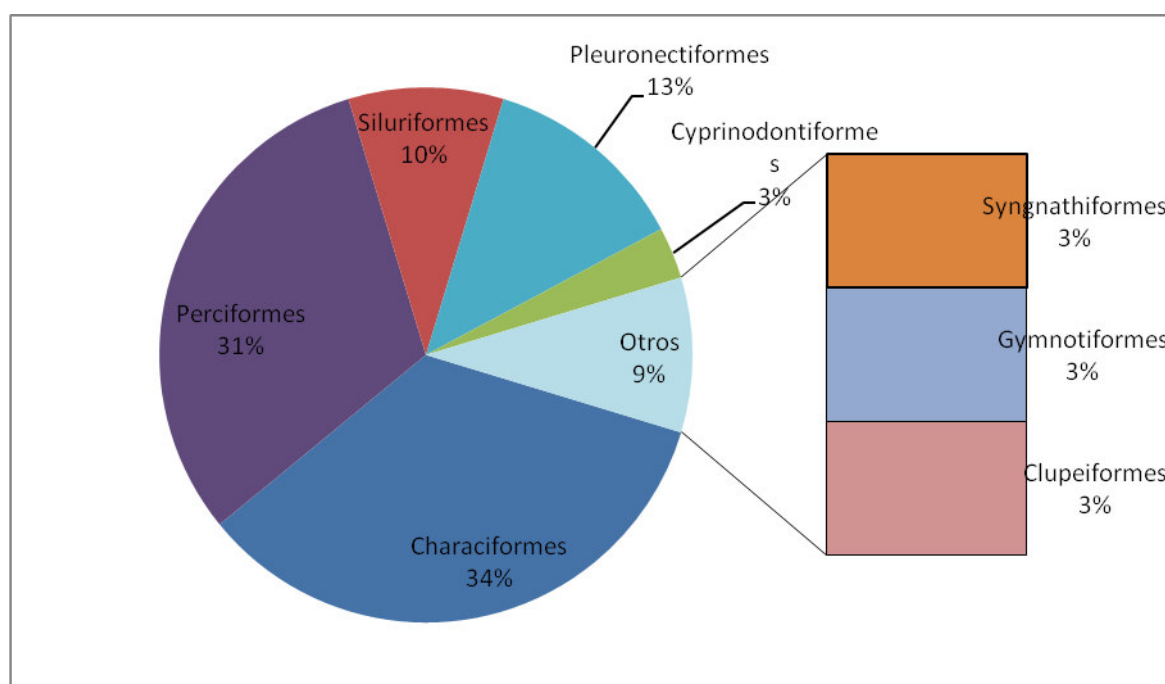
**Tabla 9.** Riqueza y abundancia por órdenes de peces en la cuenca del río Tumbes, 2012.

<b>ORDENES</b>	<b>N° de especies</b>	<b>R.A</b>	<b>N° de individuos</b>	<b>A.R</b>
Clupeiformes	1	3,13	1	0,10
Characiformes	11	34,38	434	44,20
Siluriformes	3	9,38	276	28,11

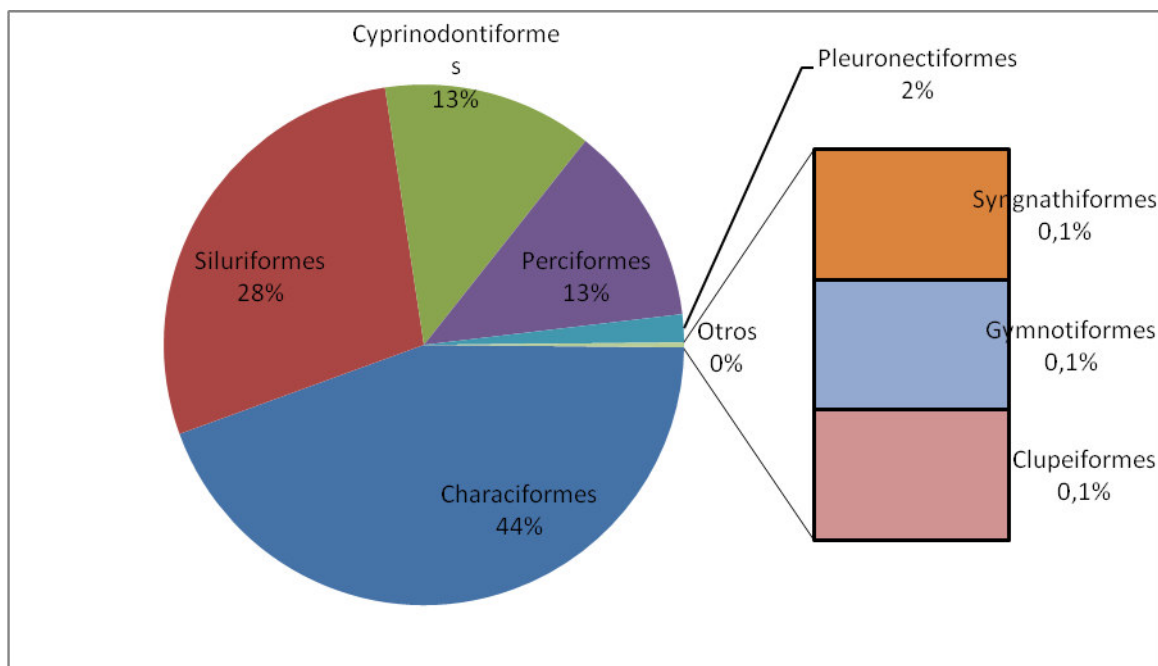
ORDENES	N° de especies	R.A	N° de individuos	A.R
Gymnotiformes	1	3,13	1	0,10
Cyprinodontiformes	1	3,13	128	13,03
Syngnathiformes	1	3,13	1	0,10
Perciformes	10	31,25	124	12,63
Pleuronectiformes	4	12,50	17	1,73
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>982</b>	<b>100</b>

Donde: R.A.= Riqueza acumulada.

A.R.= Abundancia relativa.



**Figura 13.** Riqueza por órdenes en la cuenca del río Tumbes -2012



**Figura 14.** Abundancia por órdenes en la cuenca del río Tumbes -2012

### **Riqueza y abundancia por familias**

La Tabla 10, resume la riqueza y abundancia por familias en la cuenca del río Tumbes. Se observa que las familias Characidae y Achiridae presentaron la mayor riqueza, con cuatro especies cada una, representando juntas el 25 % de la riqueza total, seguida por las familias Bryconidae y Gobiidae ambas con tres especies y representando juntas el 18,76 % y las familias Curimatidae, Mugilidae, Cichlidae y Eleotridae con dos especies cada una sumando un total de 25% juntas, finalmente las nueve familias restantes conforman el 31,25 % del total de número de especies con una especie cada una.

Así mismo, la familia Bryconidae presenta la mayor abundancia con 292 individuos reportados, representando el 29,74% del total, seguido por: Heptapteridae con 207 individuos, que representa el 21,08% del total, Poeciliidae con el 13,03% con 128 individuos, Characidae con 113 individuos, representa el 11,51% del total, finalmente

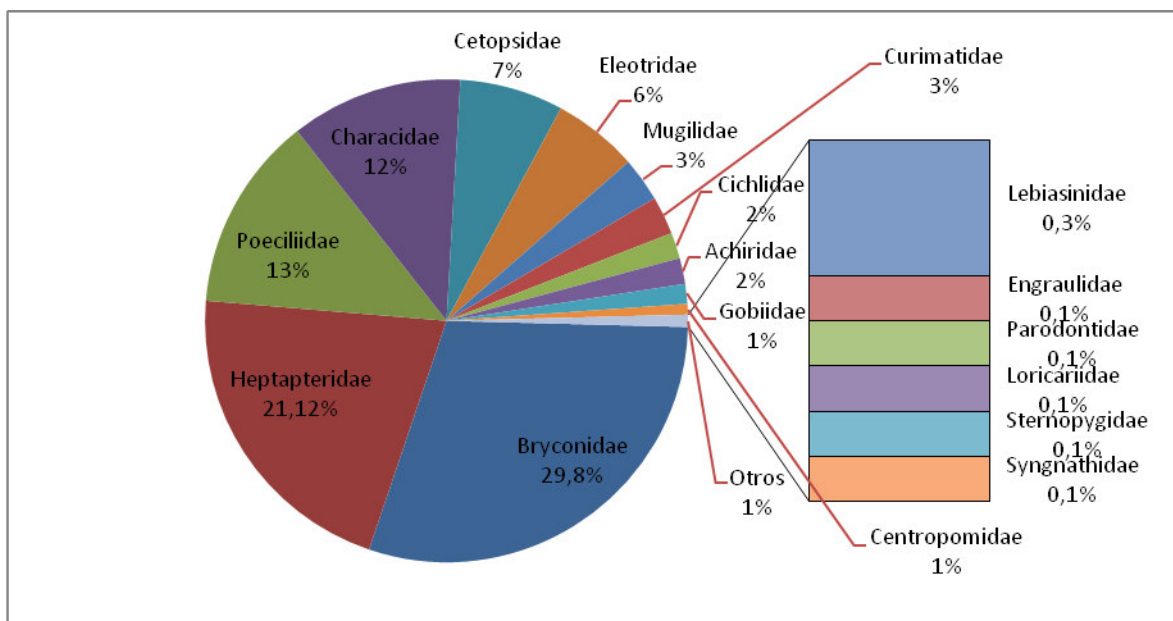
las 14 familias restantes representan el 24,64% del total de número de individuos con 240 individuos (Tabla 10 y Figura 15).

**Tabla 10.** Riqueza y abundancia por familias de peces- Cuenca del río Tumbes, 2012.

<b>FAMILIAS</b>	<b>N° de especies</b>	<b>R.A</b>	<b>N° de individuos</b>	<b>A.R</b>
Engraulidae	1	3,13	1	0,10
Parodontidae	1	3,13	1	0,10
Curimatidae	2	6,25	25	2,55
Lebiasinidae	1	3,13	3	0,31
Characidae	4	12,50	113	11,51
Bryconidae	3	9,38	292	29,74
Heptapteridae	1	3,13	207	21,08
Cetopsidae	1	6,25	68	6,92
Loricariidae	1	3,13	1	0,10
Sternopygidae	1	3,13	1	0,10
Poeciliidae	1	3,13	128	13,03
Syngnathidae	1	3,13	1	0,10
Centropomidae	1	3,13	7	0,71
Mugilidae	2	6,25	31	3,16
Cichlidae	2	6,25	17	1,73
Eleotridae	2	6,25	56	5,70
Gobiidae	3	9,38	13	1,32
Achiridae	4	12,50	17	1,73
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>982</b>	<b>100</b>

Donde: R.A.= Riqueza acumulada. A.R.= Abundancia relativa.





**Figura 15.** Abundancia por familias de peces de la cuenca del río Tumbes, 2012.

Las familias que presentan especies de origen marino (Mugilidae, Centropomidae, Gobiidae y Engraulidae), presentan pocas especies y una reducida abundancia; excepto las familias Achiridae y Eleotridae, quienes se encontraron bien distribuidos en el área evaluada.

#### 5.4.3 Estructura de la ictiofauna del río Tumbes

De la lista taxonómica final reportada para la cuenca del río Tumbes se agrupó a aquellas especies que presentan abundancias considerables, estas especies son presentadas en la tabla 11. La riqueza total está representada por 32 especies, de estas, sólo 10 representan el 86,97% de la abundancia total y las 22 especies restantes llegan a sumar sólo el 13,03%.

**Tabla 11.** Estructura de la comunidad de peces registrada para la Cuenca del río Tumbes, 2012.

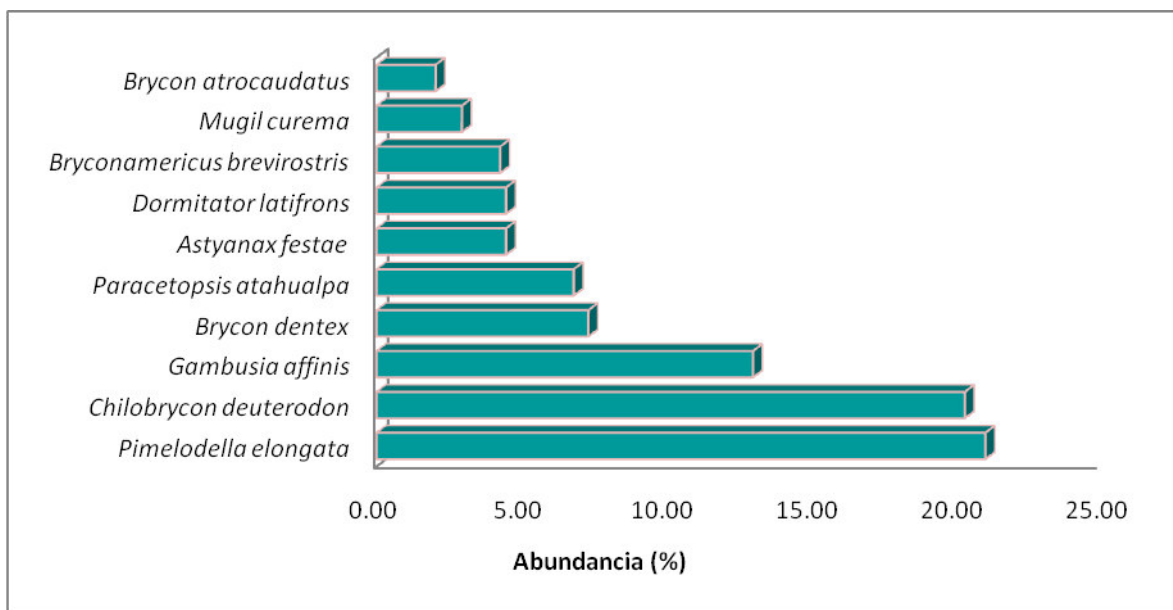
Orden	Especie	Abundancia	A.R
Siluriformes	<i>Pimelodella elongata</i>	207	21,08

Orden	Especie	Abundancia	A.R
Characiformes	<i>Chilobrycon deuterodon</i>	200	20,37
Cyprinodontiformes	<i>Gambusia affinis</i>	128	13,04
Characiformes	<i>Brycon dentex</i>	72	7,33
Siluriformes	<i>Paracetopsis atahualpa</i>	68	6,93
Characiformes	<i>Astyanax festae</i>	44	4,48
Perciformes	<i>Dormitator latifrons</i>	44	4,48
Characiformes	<i>Bryconamericus brevirostris</i>	42	4,28
Perciformes	<i>Mugil curema</i>	29	2,95
Characiformes	<i>Brycon atrocaudatus</i>	20	2,04
<b>TOTAL</b>		<b>854</b>	<b>86,87</b>

Donde: A.R.= Abundancia relativa.

La ictiofauna del río Tumbes se encuentra compuesta principalmente por Characiformes (39%) y Siluriformes (28%).

Las especies más abundantes se encuentran distribuidas dentro de 4 órdenes: Siluriformes representado por *Pimelodella elongata* con 207 individuos (21,08% del total) y *Paracetopsis atahualpa* con 68 individuos (6,93% del total); mientras que en Characiformes destacan *Chilobrycon deuterodon*, con 200 individuos (20,37% del total), *Brycon dentex* con 72 individuos (7,33% del total), *Astyanax festae* con 44 individuos (4,48% del total) y *Bryconamericus brevirostris* con 42 individuos (4,28% del total); dentro de Cyprinodontiformes la especie más abundante fue *Gambusia affinis* con 128 individuos (13,06%), mientras que para el caso del orden Perciformes la especie más representativa fue *Dormitator latifrons*, con 44 individuos (4,48%) (Tabla 11 y Figura 16).



**Figura 16.** Estructura de la comunidad de peces registrada para la cuenca del río Tumbes - 2012.

Mientras que en época húmeda predominaron las especies *P. elongata*, *G. affinis*, *C. deuterodon*, *P. atahualpa*, *D. latifrons* y *B. brevirostris*; representando al 76,81 % del total de individuos, mientras que para la época seca las especies dominantes fueron *B. dentex*, *C. deuterodon*, *P. elongata*, y *A. festae*, representando al 73,92 % del total de individuos para esta temporada.

Entre estaciones *M. curema*, *G. affinis* y *D. latifrons* son las especies abundantes en la zona baja, mientras en la zona media *P. elongata* y *A. festae* son dominantes, finalmente *C. deuterodon* fue predominante en el sector alto.

## 5.5 Distribución temporal y espacial de la comunidad de peces de la cuenca del río Tumbes

### 5.5.1 Distribución temporal

#### RIQUEZA

#### Época Húmeda

Para la temporada húmeda se colectaron 25 especies de peces, agrupados en siete órdenes, 15 familias y 22 géneros. Los órdenes más representativos fueron

Characiformes y Perciformes con diez y ocho especies respectivamente, representando el 40% y el 32% de la riqueza total, seguidos por los órdenes Siluriformes y Pleuronectiformes, ambos con dos especies representando juntos el 16% del total, finalmente los órdenes Gymnotiformes, Syngnathiformes y Cyprinodontiformes representan juntos el 12 % del total.

Las estaciones que presentaron las mayores riquezas fueron Rica Playa (HBT8) y Caserío Santa María (HBT5) con 13 y 10 especies respectivamente: mientras que las estaciones que presentaron riquezas más bajas fueron Pte. Tumbes (HBT3) y Qda Honda (HBT9) con tres especies c/u (Tabla 12 y Figura 17).

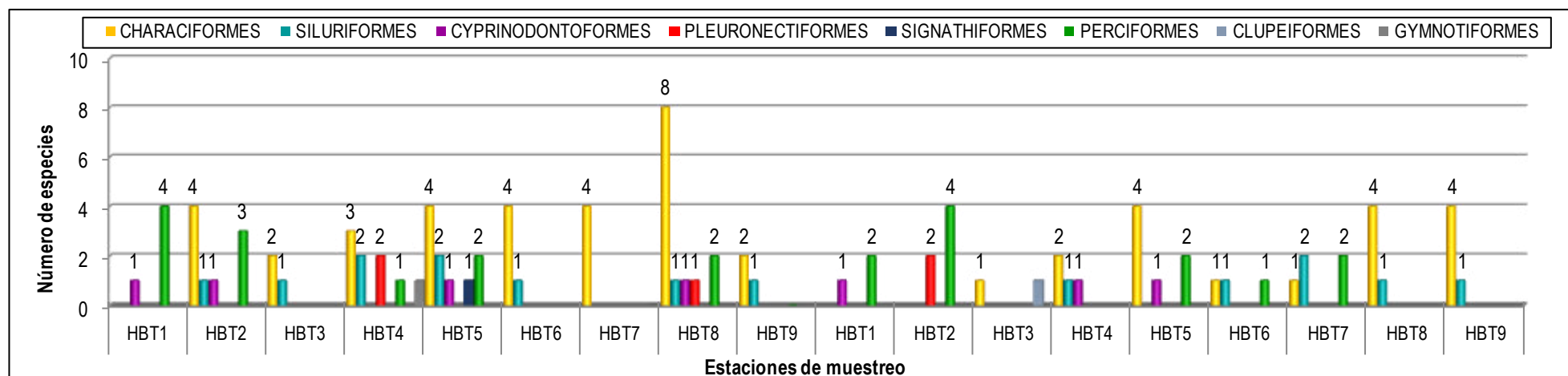
### **Época Seca**

Para la época seca se colectaron 21 especies de peces, agrupados en seis órdenes, 14 familias y 19 géneros. Los órdenes más representativos fueron Perciformes y Characiformes con ocho y seis especies respectivamente, representando el 38,10% y 28,57% respectivamente, seguidos del orden Siluriformes con tres especies, representando el 14,29%, finalmente los órdenes Clupeiformes, Cyprinodontiformes y Pleuronectiformes representan juntos el 20% del total. La estación que presentó la mayor riqueza fue el Caserío Santa María (HBT5) con siete especies: mientras que la estación que presentó la riqueza más baja fue Pte. Tumbes (HBT3) con dos especies (Tabla 12 y Figura 17).

**Tabla 12.**Número de especies de peces por estaciones y épocas de muestreo, cuenca del río Tumbes, 2012.

ORDEN	Época Húmeda									TOTAL	R.A.	Época Seca									TOTAL	R.A.
	HBT1	HBT2	HBT3	HBT4	HBT5	HBT6	HBT7	HBT8	HBT9			HBT1	HBT2	HBT3	HBT4	HBT5	HBT6	HBT7	HBT8	HBT9		
CHARACIFORMES	0	4	2	3	4	4	4	8	2	10	40%	0	0	1	2	4	1	1	4	4	6	29%
SILURIFORMES	0	1	1	2	2	1	0	1	1	2	8%	0	0	0	1	0	1	2	1	1	3	14%
PERCIFORMES	4	3	0	1	2	0	0	2	0	8	32%	2	4	0	0	2	1	2	0	0	8	38%
GYMNOTIFORMES	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
CLUPEIFORMES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5%
CYPRINODONTOFORMES	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	4%	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	5%
SIGNATHIFORMES	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
PLEURONECTIFORMES	0	0	0	2	0	0	0	1	0	2	8%	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	10%
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>25</b>	<b>100%</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

Donde: R.A.= Riqueza acumulada.



**Figura 17.**Riqueza de peces por estaciones de muestreo y épocas, en la cuenca del río Tumbes, 2012.

## **ABUNDANCIA**

### **Época Húmeda**

Con respecto a la abundancia, se colectaron 608 individuos, el orden Characiformes fue el más dominante con 212 individuos representando el 35% del total, seguido por los órdenes Siluriformes con 205 individuos (34%), Cyprinodontiformes con 107 individuos (18%) y Perciformes con 72 individuos (12 %) los demás órdenes en total representan menos del 2% del total (Tabla 13).

La estación que presentó la mayor abundancia fue San Juan de la Virgen (HBT4) con 190 individuos: mientras que la estación que presentó la abundancia más baja fue Higuerón (HBT7) con nueve individuos (Tabla 13 y Figura 18).

### **Época Seca**

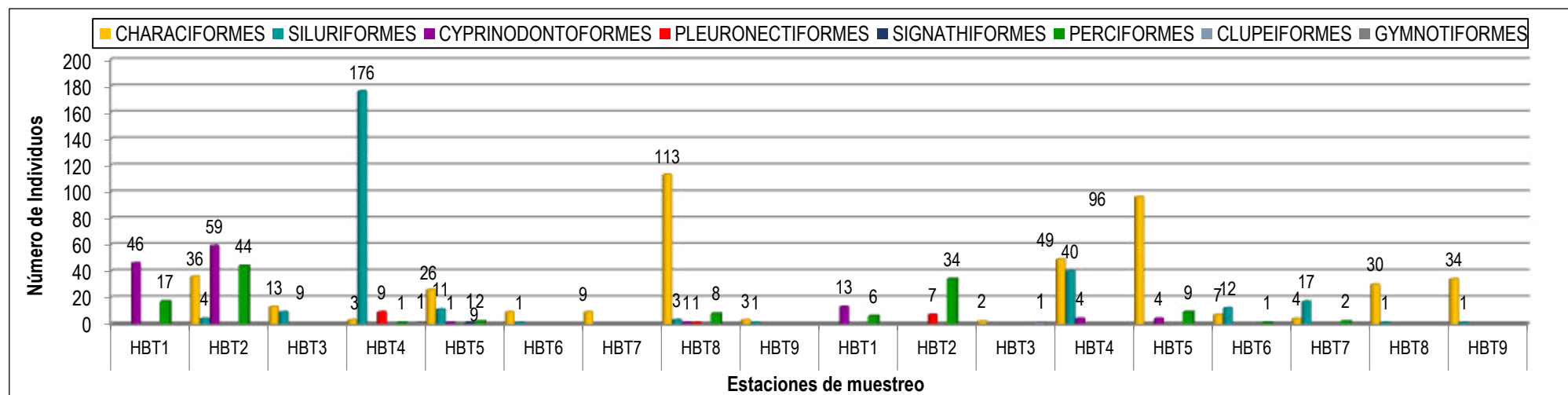
Se colectaron 374 individuos, el orden Characiformes fue dominante con 222 individuos representando el 59% del total de individuos, los demás órdenes representan juntos el 40,64%.

La estación que presentó la mayor abundancia fue el Caserío Santa María (HBT5) con 109 individuos: mientras que la estación que presentó la abundancia más baja fue Pte. Tumbes (HBT7) con tres individuos (Tabla 13 y Figura 18).

**Tabla 13.** Número de individuos de peces por estaciones de muestreo y épocas evaluadas, cuenca del río Tumbes, 2012.

ORDEN	Época Húmeda									TOTAL	A.R.	Época Seca									TOTAL	A.R.
	HBT1	HBT2	HBT3	HBT4	HBT5	HBT6	HBT7	HBT8	HBT9			HBT1	HBT2	HBT3	HBT4	HBT5	HBT6	HBT7	HBT8	HBT9		
CHARACIFORMES	0	36	13	3	26	9	9	113	0	212	35%	0	0	2	49	96	7	4	30	34	222	59%
SILURIFORMES	0	4	9	176	11	1	0	3	0	205	34%	0	0	0	40	0	12	17	1	1	71	19%
PERCIFORMES	17	44	0	1	2	0	0	8	17	72	12%	6	34	0	0	9	1	2	0	0	52	14%
GYMNOTIFORMES	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
CLUPEIFORMES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0%
CYPRINODONTOFORMES	46	59	0	0	1	0	0	1	46	107	18%	13	0	0	4	4	0	0	0	0	21	6%
SIGNATHIFORMES	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
PLEURONECTIFORMES	0	0	0	9	0	0	0	1	0	10	2%	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7	2%
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>143</b>	<b>22</b>	<b>190</b>	<b>41</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>126</b>	<b>63</b>	<b>608</b>	<b>100%</b>	<b>19</b>	<b>41</b>	<b>3</b>	<b>93</b>	<b>109</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>31</b>	<b>35</b>	<b>374</b>	<b>100%</b>

Donde: A.R. = Abundancia relativa.



**Figura 18.** Abundancia de peces por estaciones de muestreo y épocas evaluadas, 2012.

Por otro lado, según el análisis SIMPER, para la época húmeda las especies que más contribuyeron en la composición de la comunidad fueron: *Pimelodella elongata*, *Chilobrycon deuterodon*, *Astyanax festae*, *Bryconamericus brevirostris*, y *Gambusia affinis*; presentando en grupo más del 88,00% del total. De la misma forma para la época seca las especies: *Brycon dentex*, *Pimelodella elongata* y *Chilobrycon deuterodon* contribuyeron en conjunto con más del 84,00% de la composición de la comunidad (Tabla 14).

**Tabla 14.** Análisis SIMPER de la comunidad de peces, por épocas, cuenca del río Tumbes, 2012.

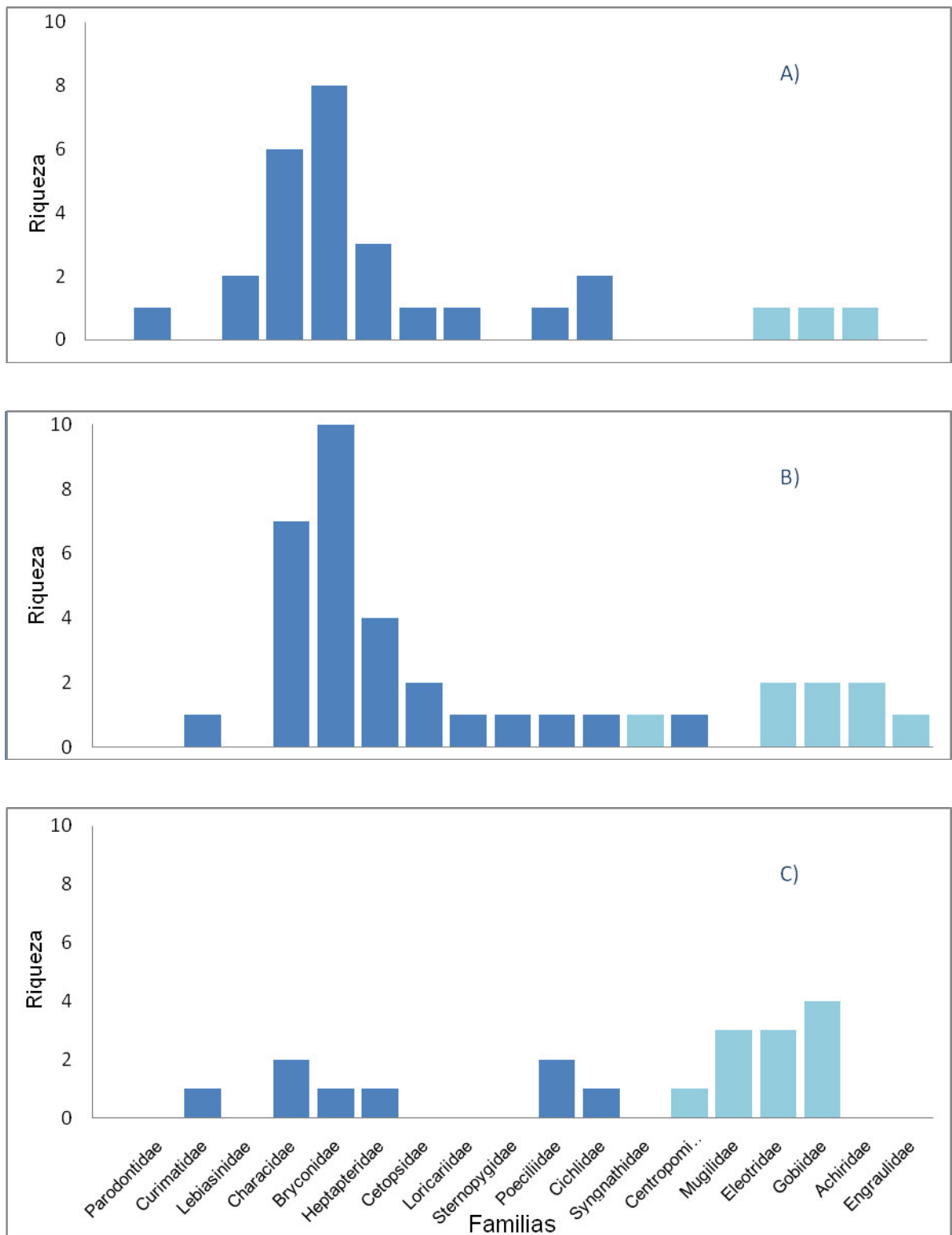
Época	Géneros	Promedio de Similitud	Contribución %	Acumulado %
Húmeda	<i>Pimelodella elongata</i>	6,19	25,62	25,62
	<i>Chilobrycon deuterodon</i>	5,01	20,74	46,35
	<i>Astyanax festae</i>	4,5	18,64	64,99
	<i>Bryconamericus brevirostris</i>	4,45	18,41	83,41
	<i>Gambusia affinis</i>	1,3	5,39	88,8
Seca	<i>Brycon dentex</i>	12,21	56,39	56,39
	<i>Pimelodella elongata</i>	3,62	16,74	73,13
	<i>Chilobrycon deuterodon</i>	2,43	11,21	84,35

### 5.5.2 Distribución espacial

Los cambios en la estructura de las comunidades de peces a lo largo de un río se producen siguiendo un gradiente longitudinal desde su nacimiento hasta su desembocadura, observando generalmente un aumento de la riqueza de especies en la parte baja (Oberdorff *et al.*, 1993). Debido a que los ambientes acuáticos evaluados se encontraron en un rango altitudinal entre 0 y 124 m.s.n.m, la diferencia altitudinal no fue relevante, sin embargo, considerando la distribución longitudinal se diferencian claramente tres sectores: **superior**, con predominio de sustrato pedregoso, velocidad de corriente rápida y mayor presencia de bosques ribereños, en este sector fueron



registrados especies típicas de corrientes pertenecientes a las familias Characidae (*A. festae* y *R. altipinna*) y Bryconidae (*C. deuterodon*) y la familia Loricariidae con la especie *Chaetostoma microps*); que presenta adaptaciones para anclarse a las piedras y evitar ser arrastrado; **medio**, en este sector fue registrado el mayor número de especies debido a la diversidad de hábitats encontrados (heterogeneidad), esta zona se caracteriza por presentar sustrato areno pedregoso, escaso bosque ribereño reemplazado por grandes áreas agrícolas, una gran amplitud del cauce y mayor profundidad, donde se encuentran especies adaptados de corriente, como la familia Characidae (*B. brevirostris* y *B. dentex*) y la familia Heptapteridae (*P. elongata*) y especies de profundidad como la especie *P. atahualpa* (Cetopsidae); finalmente el sector **inferior** o estuarial con predominio de sustrato arenoso, la amplitud del cauce más ancho y de menor profundidad y menor velocidad de la corriente, escasa vegetación ribereña y una fuerte intervención antrópica, predominan especies anfidromas o estuariales (*M. curema*, *M. cephalus*, *D. latifrons*, *Achirus* sp.) e introducidas (*O. niloticus* y *G. affinis*) y especies dulceacuícolas en zonas del río cercanas a las langostineras (*Pseudocurimata troschelii* y *Astyanax festae*) (Figura 8). Cabe mencionar que familias de origen marino estuarial (Achiridae, Gobiidae y Eleotridae), fueron reportadas en el sector superior, alejadas de la desembocadura donde es común encontrarlas, siendo desconocido su patrón de migración (Figura 19).



**Figura 19.** Distribución por sectores: alto (A), medio (B) y bajo (C), de las principales familias de peces en la cuenca del río Tumbes. Las barras claras indican totalidad de especies de origen marino y las barras oscuras totalidad de especies dulceacuícolas.

Por otro lado, los resultados de la distribución de especies aplicadas en base a la frecuencia de presencia, indican que: para la calificación aislada se encontraron 15 especies: siete de hábitos marinos, de ellos algunos limitados exclusivamente a estos ambientes (*Everthodus minutus* y *Gobionellus sp.*) mientras que las especies de origen marino (*A. klunzingeri*, *T. fonsecensis*, *L. poeyi*, *P. starksii* y *M. cephalus*) fueron reportados distantes a la costa; las demás especies aisladas corresponden a peces de agua dulce (*S. wagneri*, *P. peruana*, *P. troschellii*, *Sternopygus sp.*, *C. microps*, *T. fluviatilis*, *B. peruanus* y *O. niloticus*) que por alguna circunstancia ecológica o ambiental sólo fueron registrados en una estación. Para la clase de distribución restringida se determinaron diez especies que incluyen a las especies de origen marino: *A. mazatlanus*, *C. unionensis*, y *M. curema* y las especies de agua dulce: *A. banana*, *D. latifrons*, *A. rivulatus*, *P. atahualpa*, *R. altipinna*, *B. atrocaudatus* y *L. bimaculata*, especies que fueron reportadas en cuatro o menos estaciones. Las locales estuvieron representadas por seis especies: *A. festae*, *B. brevirostris*, *B. dentex*, *C. deuterodon*, *G. affinis* y *G. maculatus*, y que fueron colectadas entre cinco y siete estaciones. Finalmente para la distribución dispersa sólo se ubicó a *P. elongata*, quien fue encontrada en casi todas las estaciones, excepto la estación estero (HBT1) (anexo 4).

## 5.6 Riqueza y abundancia por estaciones

### Estación Estero (HBT1)

Ubicada cerca de la desembocadura donde predominan los estuarios, la riqueza estuvo representada prácticamente por los taxa de origen marino. En esta estación se reportaron en total de seis especies, agrupadas en dos órdenes: Perciformes con cinco especies (83,33% del total), una sola especie para el orden Cyprinodontiformes (16,67% del total). Las especies *Evorthodus minutus* y *Gobionellus sp.*, solamente fueron reportadas para esta estación. Con respecto a la abundancia, se colectaron 82

individuos (8,35% del total de individuos), siendo la especie más numerosa *Gambusia affinis*, con 59 individuos.

### **Estación Langostinera (HBT2)**

Se registraron 13 especies, agrupadas en cinco órdenes: Characiformes con cuatro especies (30,77% del total), Perciformes con cuatro (38,46%), dos Pleuronectiformes (15,39%) y los órdenes Siluriformes y Cyprinodontiformes con una especie cada una representando juntos el 15,38%. Las especies *Pseudocurimata troschellii*, *Mugil cephalus*, *Oreochromis niloticus*, *Achirus klunzingeri* y *Trinectes fluviatilis*, sólo fueron reportadas para esta estación, también es importante mencionar que la especie anfidroma *Mugil curema* junto con *Dormitator latifrons*, sólo fueron reportadas para esta estación y la estación Estero (HBT1).

Esta estación presentó la segunda abundancia más alta de toda el área evaluada. Se colectaron 184 individuos (18,74% del total de individuos), siendo la especie más numerosa *Gambusia affinis* con 59 individuos.

### **Puente Tumbes (HBT3)**

Se reportaron cinco especies, representando la riqueza más baja registrada para el área evaluada; agrupadas en tres órdenes: Characiformes con tres especies (60% del total), Clupeiformes y Siluriformes ambas con una sola especie, representando el 40% del total. Las especies *Lycengraulis poeyi* y *Pseudocurimata peruana*, sólo fueron reportadas para esta estación. Se colectaron 25 individuos (2,55% del total de individuos), siendo la abundancia más baja obtenida en todo el muestreo.

### **San Juan de la Virgen (HBT4)**

Se registraron 11 especies, agrupados en seis órdenes: Characiformes con cuatro especies (36,36%), seguido de los órdenes Siluriformes y Pleuronectiformes con dos especies cada uno representando juntos el 36,36% del total, y finalmente los órdenes Gymnotiformes, Cyprinodontiformes y Perciformes que presentaron una sola especie

cada una representando el 27,28% del total de especies. Las especies *Sternopygus* sp., *Achirus mazatlanus* y *Trinectes fonsecensis*, sólo fueron reportadas para esta estación. La estación San Juan de la Virgen, presentó la abundancia más alta de toda el área evaluada. Se colectaron 283 individuos (28,82% del total de individuos), siendo la especie más numerosa *Pimelodella elongata* con 153 individuos.

#### **Caserío Santa María (HBT5)**

Esta estación presenta una de las mayores riquezas para la zona evaluada, fueron obtenidas 13 especies, agrupadas en cinco órdenes: Characiformes con cinco especies (38,46% del total), Perciformes reportó cuatro especies (30,77% del total), Siluriformes dos especies (15,38% del total), y finalmente para los órdenes Cyprinodontiformes y Syngnathiformes se reportó sólo una especie para cada caso representando juntos el 15,38% del total. La especie de origen marino *Pseudophallus starksii* fue reportada para esta estación muy lejos de su ambiente peculiar, igualmente la especie *Paracetopsis atahualpa*, sólo fue registrada para esta estación y para San Juan de la Virgen (HBT4). Esta estación, presentó una abundancia considerable, con 150 individuos colectados (15,31% del total de individuos), siendo la especie más numerosa *Chilobrycon deuterodon* con 85 individuos.

#### **Bocatoma La Peña (HBT6)**

Se reportaron siete especies, presentando una de las riquezas más bajas del área evaluada, agrupadas en tres órdenes: Characiformes con cinco especies (71,43%), mientras que los órdenes Siluriformes y Perciformes presentaron una sola especie cada una, representando el 28,57% del total de especies.

La estación Bocatoma La Peña presentó la segunda abundancia más baja, se colectaron 30 individuos (3,06 % del total de individuos), siendo la especie más representativa *Pimelodella elongata* con 13 individuos.

### **Higuerón (HBT7)**

Se reportaron ocho especies, agrupados en tres órdenes: Characiformes con cuatro especies (50% del total), seguido de Siluriformes y Perciformes con dos especies cada uno representando el otro 50% del total. La especie *Chaetostoma microps*, solamente fue reportada para esta estación. La abundancia fue muy escasa, colectándose 32 individuos (3,27% del total), siendo la especie más representativa *Pimelodella elongata*, con 16 individuos.

### **Rica Playa (HBT8)**

En esta estación se registró la mayor riqueza de toda el área evaluada, con 15 especies agrupadas en cinco órdenes: Characiformes con nueve especies (60% del total), Siluriformes y Perciformes ambas con dos especies representando el 26,66% del total, mientras que Cyprinodontiformes y Pleuronectiformes sólo una especie cada una, que en conjunto representan el 13,34% del total. Las especies *Bryconamericus peruanus*, *Saccodon wagneri* y *Paracetopsis atahualpa*, solamente fueron reportadas en esta estación. Cabe mencionar que la especie *Lebiasina bimaculata*, fue reportada en esta estación y en Higuerón (HBT7). Además, mientras que la mayoría de especies marinas o estuarinas se restringieron a la desembocadura, la especie estuarial *Awaous banana* fue reportada en esta estación alejada del ambiente marino estuarial. Presentó una de las abundancias más importantes del área de estudio. Se colectaron 157 individuos (16,02% del total), siendo la especie más abundante *Chilobrycon deuterodon* con 85 individuos.

### **Quebrada Honda (HBT9)**

La menor riqueza fue encontrada en esta estación donde se reportó sólo cinco especies, agrupadas en dos órdenes: Characiformes presentó cuatro especies (80% del total) y Siluriformes sólo una (20 %). Quebrada Honda también presentó una de las

más bajas abundancias del área de estudio. Se colectaron 39 individuos (3,98% del total), la especie más frecuente fue *Chilobrycon deuterodon* con 19 individuos.

**Tabla 15.** Riqueza (S) y abundancia (N) de la ictiofauna en el río Tumbes por estaciones en ambas épocas, 2012

Estación	Riqueza (S)	Abundancia (N)
HBT1	6	82
HBT2	13	184
HBT3	5	25
HBT4	11	283
HBT5	13	150
HBT6	7	30
HBT7	8	32
HBT8	15	157
HBT9	5	39

### 5.7 Actualización de especies válidas para la cuenca del río Tumbes

Se recopiló información de estudios sobre la diversidad de especies de la cuenca del río Tumbes (Mac Donald, 1991; Chang, 1995 y Luque, 2007), también se verificó la vigencia actual de los nombres científicos y posibles sinonimias para finalmente adicionar los resultados del presente estudio, logrando elaborar una lista taxonómica actualizada de las especies de peces descritas para esta cuenca. Se registró un total de 41 especies válidas para la cuenca del río Tumbes hasta el año 2012. La lista completa se presenta en la tabla 16, del total de especies identificadas, este estudio reporta cinco especies que corresponden a primeros registros para la cuenca del río Tumbes y una nueva especie (*Sternopygus sp.*) que se encuentra en proceso de descripción.

**Tabla 16.** Lista taxonómica de la Ictiofauna registrada en la cuenca del río Tumbes (Recopilación de varios autores).

N°	Orden	Especie	Año de colecta				Condición**
			1991	1995	2007	2012	
1	Clupeiformes	<i>Lycengraulis poeyi</i> *				X	M, E
2	Characiformes	<i>Saccodon wagneri</i>		X	X	X	D
3		<i>Pseudocurimata troschelii</i>	X		X	X	D
4		<i>Pseudocurimata peruana</i> *				X	D
5		<i>Hoplias microlepis</i>			X		D
6		<i>Lebiasina bimaculata</i>	X	X	X	X	D
7		<i>Astyanax festae</i>			X	X	D
8		<i>Bryconamericus brevirostris</i>	X	X	X	X	D
9		<i>Bryconamericus peruanus</i>	X	X	X	X	D
10		<i>Rhoadsia altipinna</i>	X	X	X	X	D
11		<i>Brycon alburnus</i>	X	X	X		D
12		<i>Brycon atrocaudatus</i>	X	X	X	X	D
13		<i>Brycon dentex</i>	X	X	X	X	D
14		<i>Chilobrycon deuterodon</i>	X	X	X	X	D
15	Siluriformes	<i>Ariopsis seemanni</i>		X	X		D, M, E
16		<i>Pimelodella elongata</i>	X	X	X	X	D
17		<i>Paracetopsis atahualpa</i>				X	D
18		<i>Trichomycterus sp.</i>			X		D
19		<i>Chaetostoma microps</i>	X	X	X	X	D
20	Gymnotiformes	<i>Sternopygus sp.</i>			X	X	D
21	Cyprinodontiformes	<i>Gambusia affinis</i>	X			X	D
22		<i>Poecilia reticulata</i>		X	X		D
23	Syngnathiformes	<i>Pseudophallus starksi</i>		X		X	D, M, E
24	Perciformes	<i>Centropomus unionensis</i>			X	X	M, E
25		<i>Eucinostomus currani</i>			X		M, E
26		<i>Diapterus peruvianus</i>	X	X	X		M, E
27		<i>Mugil cephalus</i>			X	X	D, M, E
28		<i>Mugil curema</i>	X	X	X	X	D, M, E
29		<i>Andinoacara rivulatus</i>	X	X	X	X	D
30		<i>Cichlasoma festae</i>	X	X	X		D
31		<i>Oreochromis niloticus</i>		X	X	X	D
32		<i>Dormitator latifrons</i>			X	X	D, M, E
33		<i>Eleotris picta</i>			X		M, E
34		<i>Gobiomorus maculatus</i>	X	X	X	X	D, M, E
35		<i>Awaous banana</i>	X	X	X	X	D, M, E
36		<i>Evorthodus minutus</i> *				X	M, E
37		<i>Gobionellus sp.</i> *				X	M, E



N°	Orden	Especie	Año de colecta				Condición**
			1991	1995	2007	2012	
38	Pleuronectiformes	<i>Achirus mazatlanus</i>		X	X	X	M, E
39		<i>Achirus klunzingeri</i>			X	X	M, E
40		<i>Trinectes fluvialilis</i>			X	X	D, E
41		<i>Trinectesfonsecensis</i>		X	X	X	M, E

\* Especies reportadas como nuevos registros para la cuenca del río Tumbes.

\*\* Condición: D: Dulceacuícola, M: Marino y E: Estuarial.

De las 41 especies reportadas para la cuenca del río Tumbes, según recopilación bibliográfica, nueve especies no han sido colectadas en el trabajo de campo del presente estudio, de estas, cinco pertenecen a especies de agua dulce y cuatro de origen marino. Del total de especies 19 son de carácter marino, estuarial o anfídromo, encontramos en este grupo a especies de origen marino que ingresan al río Tumbes para diversos fines como la reproducción, desove o crecimiento. Mientras que las especies propias de agua dulce son 22, dentro de ellas encontramos a dos especies introducidas y tres especies endémicas.

De las 41 especies reportadas, se cuenta con muestras de los especímenes colectados por Chang, 1995 y los del presente estudio (colecta 2012), estos ejemplares se encuentran ingresados en la colección de peces de agua dulce del Museo de Historia Natural, sin embargo no se cuenta con material registrado de las colectas realizadas por Luque (2007).

## 5.8 Diversidad de peces de la cuenca del río Tumbes

### 5.8.1 Índices de diversidad

Los índices de diversidad estimados (Shannon- Wiener y riqueza de Margalef) se detallan a continuación. Se presenta los resultados según época evaluada.

### Época Húmeda

Los resultados señalan que para la época húmeda los valores de la diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) oscilaron entre 0,91 y 1,67 bit/ind., reflejando valores considerados muy bajos a moderados, los valores más altos fueron reportados para Rica Playa (HBT8) con 1,67 bit/ind. y Caserío Santa María (HBT5) con 1,62 bit/ind, mientras que el valor mínimo se reporta para la estación Estero (HBT1). La riqueza de Margalef ( $d'$ ) se encontró entre 0,65 y 2,48 denotando comunidades con diversidades bajas a moderadas, los valores máximos fueron reportados para Rica playa (HBT8) con 2,48 y caserío Santa María (HBT5) con 2,42; mientras que la estación que presentó el menor valor fue la estación Pte. Tumbes (HBT3) (Tabla 17).

**Tabla 17.** Índices de Diversidad para la Cuenca del río Tumbes, Época Húmeda, 2012.

Estación	Época Húmeda			
	S	N	H'	d'
HBT1	5	63	0,91	0,97
HBT2	9	143	1,60	1,61
HBT3	3	22	1,07	0,65
HBT4	9	190	0,97	1,52
HBT5	10	41	1,62	2,42
HBT6	5	10	1,42	1,74
HBT7	4	9	1,15	1,37
HBT8	13	126	1,67	2,48
HBT9	3	4	1,04	1,44

Donde: S= Número de especies; N= Número de individuos; d= Índice de Margalef, y H= Índice de Shannon-Wiener.

### Época Seca

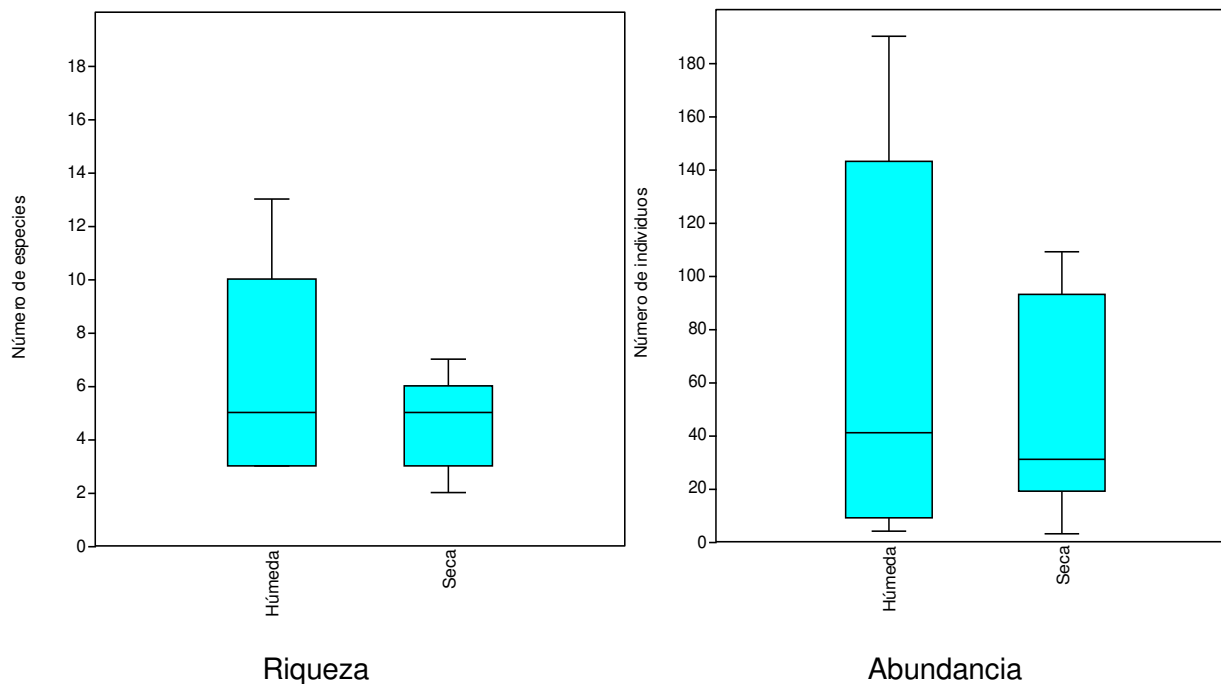
Para la época seca la diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) oscila entre 0,64 y 1,46 bit/ind, reflejando valores considerados muy bajos a moderados, los valores más altos fueron reportados para Langostinera (HBT2) con 1,46 bit/ind y Qda Honda (HBT9) con 1,20bit/ind, mientras que el valor mínimo se reporta para el Pte. Tumbes (HBT3). La

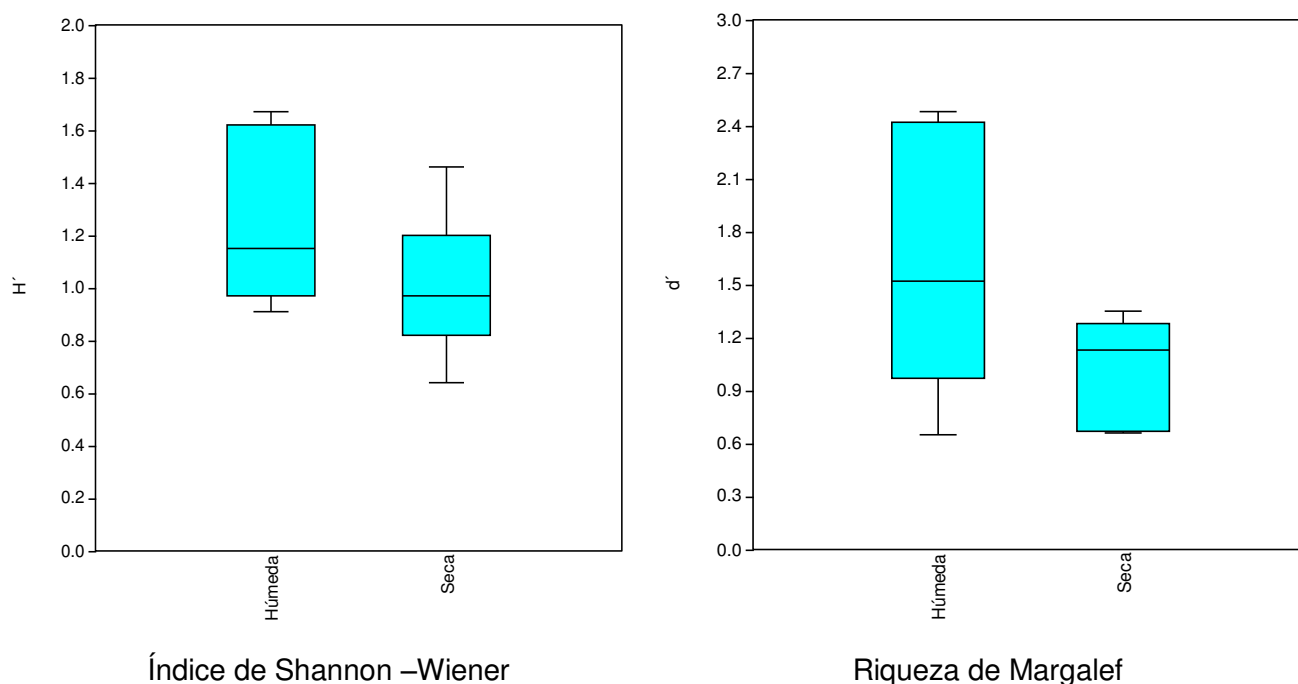
riqueza de Margalef ( $d'$ ) se encontró entre 0,67 y 1,35; denotando comunidades con diversidades bajas a moderadas, los valores mínimos fueron reportados para San Juan de la Virgen (HBT4); mientras que la estación que presenta el mayor valor fue Langostinera (HBT2) (Tabla 18).

**Tabla 18.** Índices de Diversidad. Cuenca del río Tumbes, Época Seca, 2012.

Estación	Época Seca			
	S	N	H'	$d'$
HBT1	3	19	0,84	0,68
HBT2	6	41	1,46	1,35
HBT3	2	3	0,64	0,91
HBT4	4	93	1,18	0,66
HBT5	7	109	0,89	1,28
HBT6	3	20	0,82	0,67
HBT7	5	23	0,97	1,28
HBT8	5	31	1,18	1,17
HBT9	5	35	1,20	1,13

Donde: S= Número de especies; N= Número de individuos;  $d'$ = Índice de Margalef y  $H'$ = Índice de Shannon-Wiener.



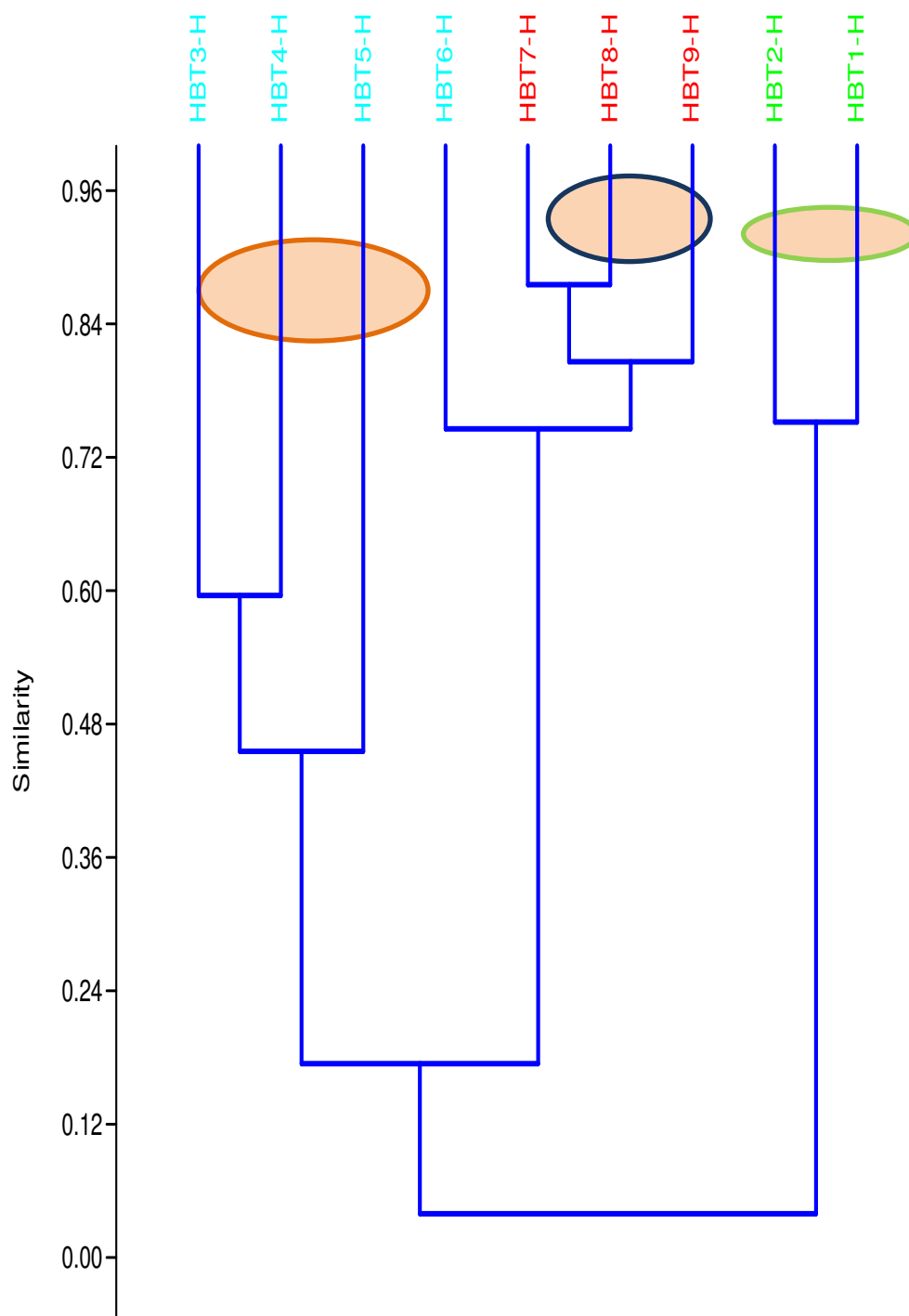


**Figura 20.** Diagrama de cajas de los índices de diversidad de la cuenca del río Tumbes para época húmeda y seca, 2012.

### 5.8.2 Índice de Similitud

#### Similitud de Morisita – Horn

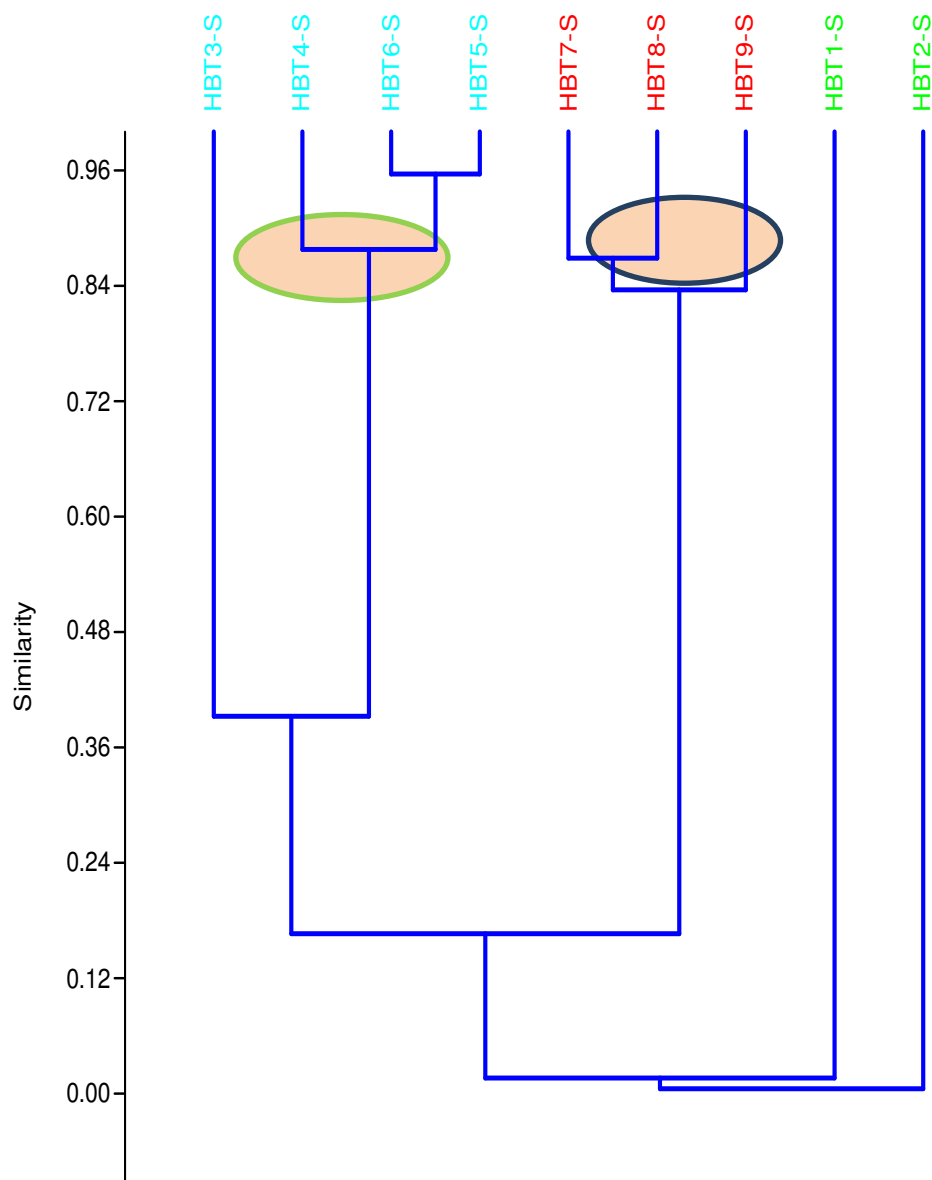
Luego del análisis de la matriz de abundancia para época húmeda, se obtuvieron tres grupos definidos que coinciden con los tres sectores muestreados, el primer grupo reúne a las estaciones que se encuentran cercanas a la desembocadura (HBT1-H y HBT2-H) ubicados en el sector bajo con más del 74% de similitud, igualmente, con más del 78% de similitud se encuentran las estaciones que se ubican en el sector alto (HBT7-H, HBT8-H y HBT9-H), mientras que las estaciones correspondientes al sector medio (HBT3-H, HBT4-H, y HBT5-H) fueron agrupadas con más de 46% de similitud, excepto la estación HBT6-H que presenta una similitud de 74% con las estaciones del sector alto. El dendrograma de similitud indica que la ictiofauna se agrupó de manera longitudinal identificándose tres sectores principales (inferior, medio y superior) (Figura 21).



**Figura 21.** Dendrograma de Similitud de las estaciones evaluadas, época Húmeda, cuenca del río Tumbes, 2012.

Para la época seca se obtuvieron dos grupos definidos que coincidieron con los sectores evaluados, con una similitud de 40% se agrupan las estaciones del sector medio, mientras que las estaciones ubicadas en el sector alto se encuentran agrupadas

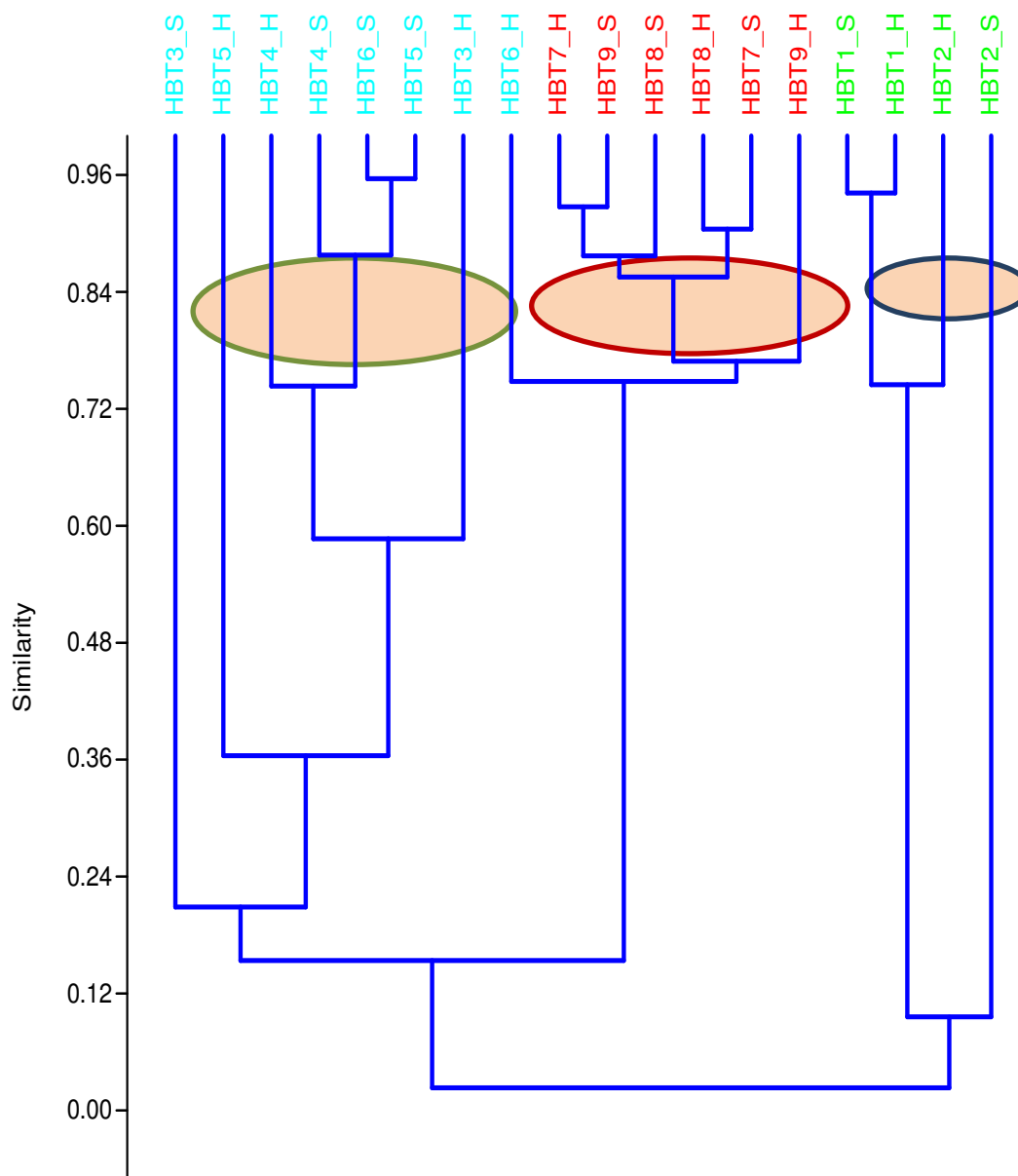
con una similitud de 84%, por otro lado las estaciones ubicadas en el sector inferior no presentan ningún grado de similitud entre ellas ni con las demás estaciones, debido a que las especies encontradas, sólo fueron reportadas para estas zonas (Figura 22).



**Figura 22.** Dendrograma de Similitud de las estaciones evaluadas, época Seca, cuenca del río Tumbes, 2012.

El dendrograma realizado con la matriz de abundancia de ambas épocas coincide con los sectores evaluados, las estaciones del sector inferior, se agrupan entre ellas con

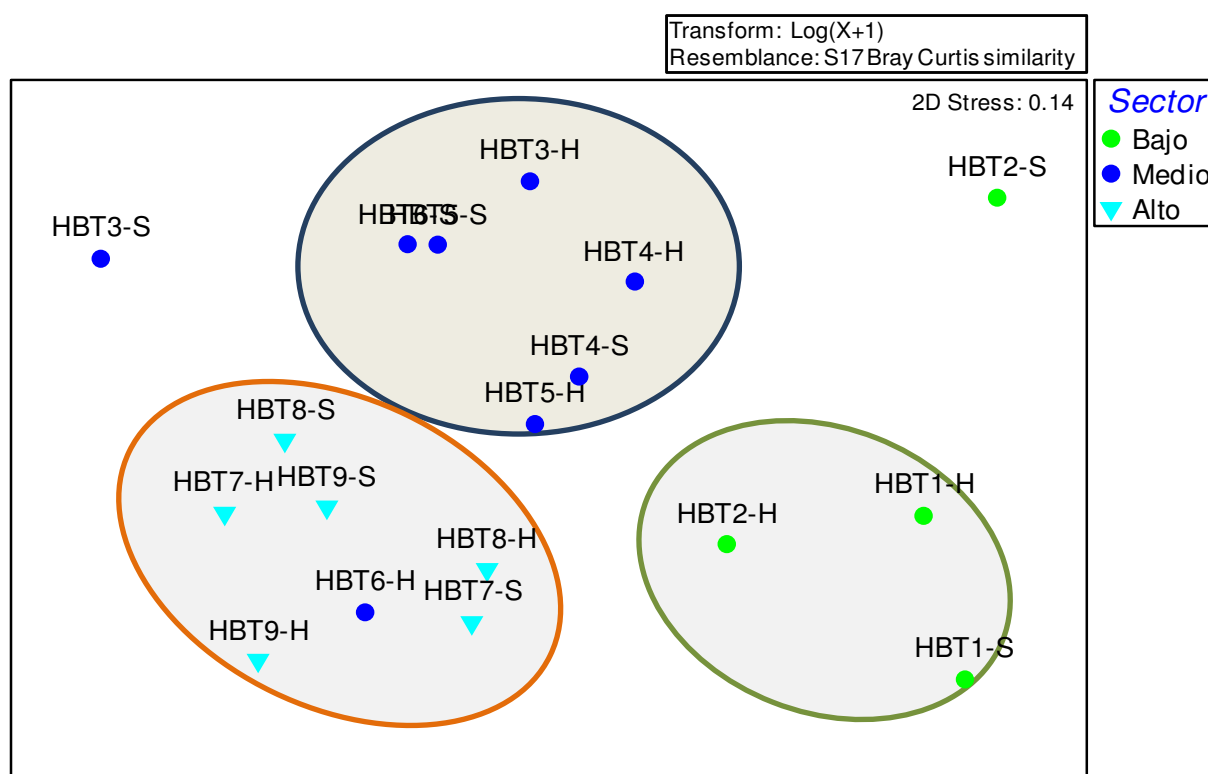
una similitud de 74% (excepto HBT2-S), mientras que las estaciones del sector alto se agrupan con una similitud del 76%, de igual manera las estaciones del sector medio se agrupan con una similitud del 36% excepto HBT6-H que está más relacionada con las estaciones del sector alto (Figura 23).



**Figura 23.** Dendrograma de Similitud. Época Húmeda y Seca, cuenca del río Tumbes, 2012.

Analizar las abundancias obtenidas en ambas épocas de muestreo usando el MDS, permite observar la agrupación de las estaciones en los sectores evaluados (inferior, medio, superior), independientemente de la época. Detectando que algunas estaciones

de la cuenca media tienden a agruparse con estaciones de la cuenca alta, debido a la compartición de especies. También se observa que las estaciones de la época seca ubicadas en el sector bajo (HBT2-S) y medio (HBT3-S) se muestran aisladas de las estaciones de su mismo sector, debido a que presentan pocas especies en común (Figura 24).



**Figura 24.** MDS de las abundancias transformadas de peces por sectores de muestreo, época seca y húmeda, cuenca del río Tumbes, 2012.

### 5.8.3 Curvas de acumulación de especies

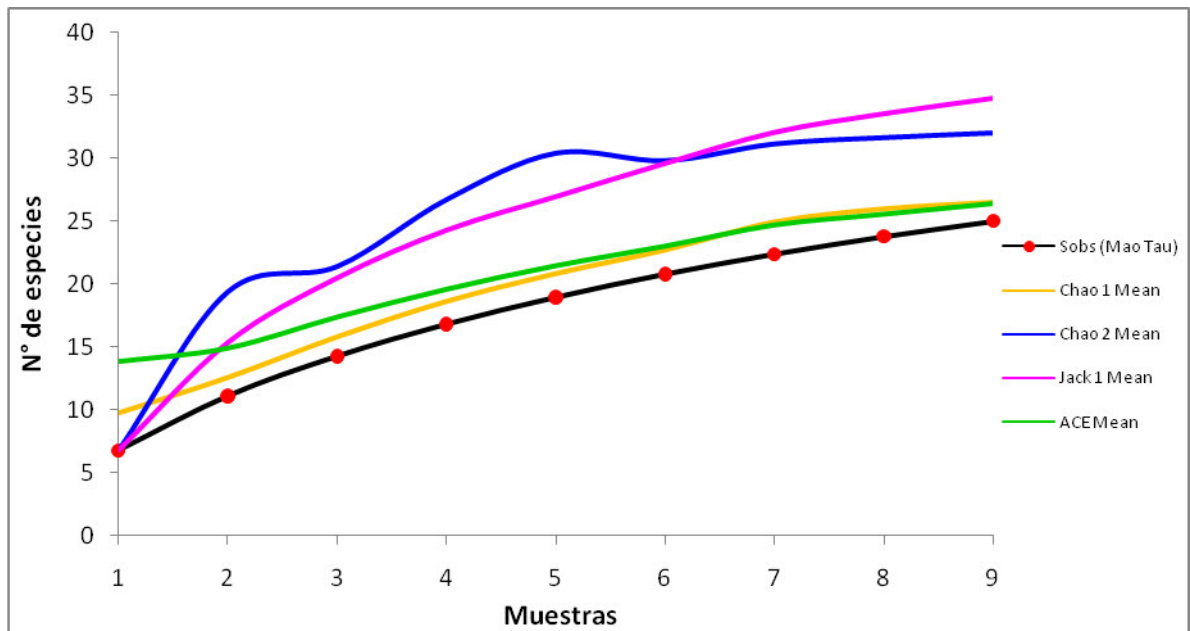
Las curvas de acumulación elaboradas para cada época presentan una tendencia a estabilizarse y los estimadores de riqueza no paramétricos analizados señalan que la riqueza obtenida es representativa del área evaluada.

#### ÉPOCA HÚMEDA

Para esta época la curva de acumulación de especies presenta una tendencia a estabilizarse. Según los estimadores de riqueza Chao1 y ACE, el número de especies



probable que presentaría la zona es de 27 especies y las 25 especies registradas en esta época representan el 92,59% de ellas, mientras que el estimador Chao2 sugiere que la riqueza esperada del área es de 32 especies, siendo lo obtenido (25 especies), el 78,13 de la riqueza esperada. De la misma manera el estimador Jack1 señala que el número de especies probable que presentaría la zona sería de 35, donde las 25 especies colectadas representan el 71,88% de ellas (Figura 25).

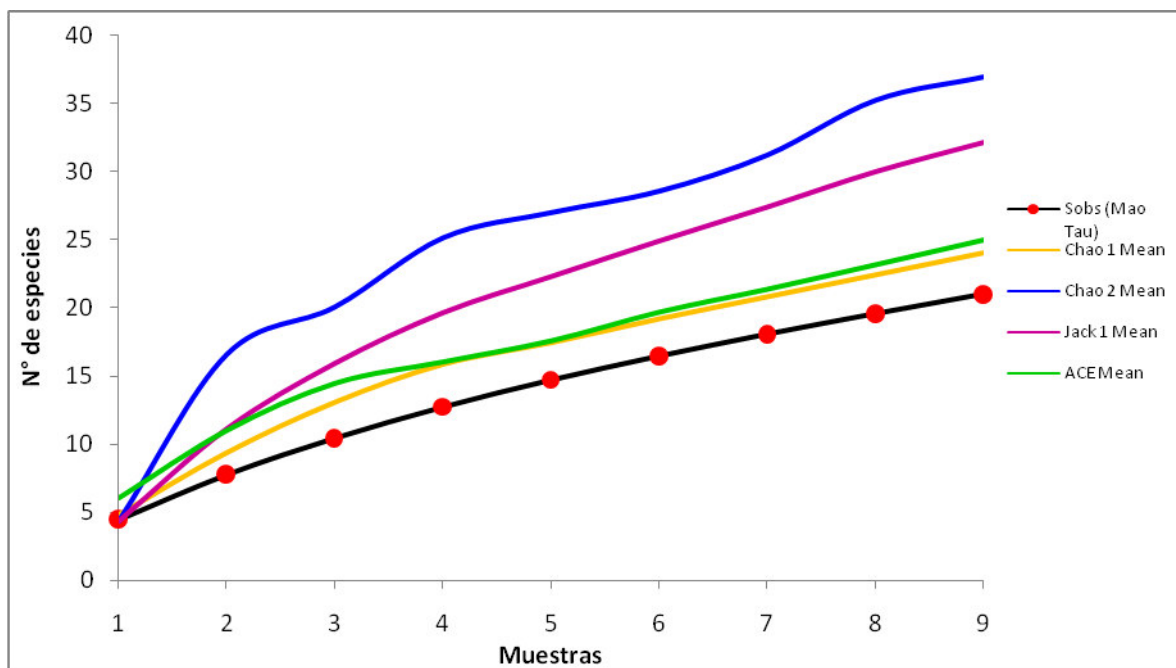


**Figura 25.** Curva de acumulación de especies, cuenca del río Tumbes, época húmeda, 2012.

## ÉPOCA SECA

En la época de vaciante según los estimadores Chao1 y ACE, el número probable de especies que presentaría la zona es de 25 y las 21 especies registradas en época seca representan el 83,87 % de lo esperado. De acuerdo con Jack1, el número de especies que presentaría la zona es de 33, donde lo registrado (21 especies) representa el 64,50% (Figura 26). Sin embargo, para el estimador Chao2 la riqueza esperada es de 37 especies, lo registrado representa el 59,50% de la riqueza esperada. Según los estimadores usados más del 59% de especies esperadas para la

época seca están representadas en el muestreo, sin embargo especies adicionales pueden ser registradas con más muestreos.



**Figura 26.** Curva de acumulación de especies, cuenca del río Tumbes, época seca, 2012.

### 5.9 Estado de conservación de los ambientes acuáticos (IBI)

Los resultados de aplicar el Índice de Integridad Biológica (IBI), se presentan en las Tablas 22 y 23. Con estos resultados se demuestra de forma cualitativa el estado de conservación para cada estación evaluada.

Según la evaluación, los ambientes fueron categorizados en dos condiciones (*mala y regular*) en ambas épocas. Los resultados del IBI para ambas épocas no sobrepasan los 30 puntos, correspondiendo el mayor puntaje a la estación San Juan de la Virgen (HBT4) en la época húmeda mientras que el menor puntaje (12 unidades) se reportó en la estación Pte. Tumbes (HBT3) en época seca.

El IBI promedio para la época húmeda fue 21,78 unidades, ligeramente mayor al promedio de la época seca que fue 20,22 unidades.

## IBI EPOCA HÚMEDA

Los resultados muestran que para la época húmeda las estaciones HBT3, HBT6 y HBT9, se encuentran dentro de la categoría *Mala*; mientras que las demás estaciones, reflejan una condición *Regular*, como resultado de diferencias en la composición y riqueza de especies, densidad de individuos y riqueza de especies tolerantes y no tolerantes (Tabla 19).

**Tabla 19.** Valores del Índice de Integridad Biótica (IBI) para los ambientes acuáticos evaluados en la Cuenca del río Tumbes-Temporada húmeda 2012.

Categorías	Medidas	Puntuación								
		HBT1	HBT2	HBT3	HBT4	HBT5	HBT6	HBT7	HBT8	HBT9
RIQUEZA Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES	Riqueza total de especies	1	3	1	3	3	1	1	5	1
	Riqueza de especies no tolerantes	1	3	3	5	5	3	3	5	3
	Riqueza de especies tolerantes	3	3	1	3	3	1	3	5	3
COMPOSICIÓN TRÓFICA	Proporción de omnívoros %	3	3	5	5	3	1	3	1	1
	Proporción de invertívoros %	3	3	1	5	5	3	3	1	3
	Proporción de herbívoros %	3	3	3	1	1	1	1	3	1
USO DE HABITAT	Proporción de peces de corriente	3	1	3	3	5	3	5	3	3
ABUNDANCIA PECES	Densidad (individuos)	5	5	1	5	3	3	3	5	1
VALOR DEL IBI		22	24	18	30	28	16	22	28	16
CLASE DE INTEGRIDAD BIÓTICA		Regular	Regular	Mala	Regular	Regular	Mala	Regular	Regular	Mala

## IBI EPOCA SECA

Para la época seca las estaciones HBT1, HBT3, HBT6y HBT9, se encontraron dentro de la categoría *Mala*; mientras que las estaciones restantes reflejan una condición *Regular* (Tabla 20).

**Tabla 20.** Valores del Índice de Integridad Biótica (IBI) para los ambientes acuáticos evaluados en la Cuenca del río Tumbes-Temporada seca 2012.

Categorías	Medidas	Puntuación								
		HBT1	HBT2	HBT3	HBT4	HBT5	HBT6	HBT7	HBT8	HBT9
RIQUEZA Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES	Riqueza total de especies	1	3	1	3	5	1	3	3	3
	Riqueza de especies no tolerantes	1	1	1	3	3	3	3	5	5
	Riqueza de especies tolerantes	3	5	1	3	3	1	3	1	1
COMPOSICIÓN TRÓFICA	Proporción de omnívoros %	5	5	1	1	1	5	3	1	1
	Proporción de carnívoros %	5	3	3	3	1	3	3	1	1
	Proporción de herbívoros %	1	3	1	1	3	3	5	5	1
USO DE HABITAT	Proporción de peces de corriente	1	3	3	5	1	3	3	3	3
	Densidad (individuos)	3	3	1	3	5	1	1	3	1
VALOR DEL IBI		20	24	12	22	22	20	24	22	16
CLASE DE INTEGRIDAD BIÓTICA		Mala	Regular	Mala	Regular	Regular	Mala	Regular	Regular	Mala

### 5.10 Uso actual de los peces del río Tumbes

En la zona de estudio, los peces son empleados para consumo de subsistencia, siendo los principales beneficiarios las comunidades aledañas a las zonas de pesca, quienes realizan la captura de los peces empleando artes tradicionales como el anzuelo, atarraya y red de espera.

15 especies de peces son consideradas frecuentes en el consumo, predominando los peces del orden Characiformes: siendo los más importantes *Brycon dentex* y *Brycon atrocaudatus*, conocidos como "Cascafe". También otros como: *Chilobrycon deuterodon*, *Pseudocurimata troscheli* y *Pseudocurimata peruana*, mientras que los Perciformes están representados por *Andinoacara rivulatus*, *Oreochromis niloticus*, *Dormitator latifrons*, *Gobiomorus maculatus* y *Awaous banana*. Finalmente un grupo no tan representativo pero igual de importante es el orden Siluriformes representado por *Chaetostoma microps* "raspa" especie cuya población se encuentra en una situación muy vulnerable y *Paracetopsis atahualpa* "ciego", cuyos estadios adultos forman parte de la pesca de subsistencia. En la lista de especies (anexo 4), los peces de consumo se encuentran diferenciados por la letra C. *Chaetostoma microps* merece una especial revisión ya que según reportes y declaraciones de los mismos pescadores, este recurso ha disminuido drásticamente en los últimos años hasta el punto de haber desaparecido en algunas zonas de pesca. *Andinoacara rivulatus* es utilizado como pez ornamental (O) llamado también "infierno verde", por ser peligroso para otras especies por su hábito de cuidado parental. En la desembocadura y estuarios, la pesca se dirige a especies de origen marino como *Mugil curema*, *Mugil cephalus* y *Centropomus unionensis*.

Como la fauna acompañante de los peces del río Tumbes, se encuentran los langostinos, muy abundantes en el sector bajo y medio de la cuenca e importantes para el consumo de los pobladores.

Actualmente ninguna especie se encuentra protegida por la legislación nacional, sin embargo es de destacar la presencia de especies endémicas y de importancia para el consumo.

## VI.DISCUSIÓN

### Caracterización limnológica de los ambientes acuáticos evaluados

Según Eros, *et al.* (2003), los hábitats acuáticos se deben describir teniendo en cuenta principalmente la velocidad del flujo, zonas de pozos y rápidos y las características del sustrato; menciona que el conjunto de las condiciones particulares de cada segmento y hábitat está relacionado con el establecimiento de las comunidades ícticas. El río Tumbes longitudinalmente presenta una heterogeneidad de hábitats como resultado de la combinación del clima y la orografía; identificándose a lo largo de la cuenca tres sectores: **inferior**, ubicado a nivel del mar, donde el sustrato dominante es arenoso, la vegetación es escasa y representada básicamente por las especies de mangles, la velocidad de la corriente es menor y con poca turbulencia debido a la poca pendiente que presenta el cauce; **medio**; presenta un sustrato compuesto por arena y canto rodado, mayor profundidad, velocidad moderada de corriente y una cobertura regular de la vegetación ribereña y **superior**: las estaciones de este sector presentaron sustrato pedregoso en mayor proporción, aguas más oxigenadas, con corrientes fuertes y una mayor cobertura vegetal.

Por otro lado, los cambios en las características limnológicas influyen también en la estructura de la comunidad de peces (Riofrio *et al.*, 2003). En ambas épocas se observó un elevado arrastre de sedimentos, evidenciado por el color turbio que se observó en todo el gradiente longitudinal, la baja transparencia registrada y por los altos valores de sólidos totales disueltos obtenidos cerca a la desembocadura. La transparencia en época lluviosa disminuye principalmente por la erosión de la orilla y la gran proporción de sólidos suspendidos que arrastra la corriente, esta condición no se da en época seca al disminuir el volumen de agua. La amplitud del cauce del río varió de acuerdo a la época en la que se realizó el muestreo.

Los resultados fisicoquímicos encontrados revelan que la mayoría de las estaciones estudiadas presentaron características similares: aguas ligeramente alcalinas, baja transparencia y concentraciones de oxígeno disuelto normales. Sin embargo, la conductividad y los sólidos totales disueltos registraron valores elevados en las estaciones ubicadas cerca a la desembocadura debido a la influencia del agua salada y menores en las estaciones más lejanas; así mismo, ambas épocas presentan diferencias significativas dadas principalmente por la influencia de estos parámetros.

La concentración de oxígeno disuelto en el agua de los ríos va a depender principalmente de la altitud, velocidad de la corriente, temperatura, la descomposición de materia orgánica (Mallin *et al.*, 2006) y de los procesos de producción primaria. Según los resultados del presente estudio, se presentan mayores valores de oxígeno disuelto en el sector alto y menores en las estaciones cercanas a la desembocadura. Valores similares de oxígeno disuelto en esta zona fueron obtenidos por DIGESA, 2006 en el monitoreo de la calidad del agua del río Tumbes.

Para el caso del valor elevado de pH registrado en la estación Puente Tumbes (HBT3) en la época húmeda podría deberse a la influencia de las descargas de efluentes que realiza el colector Coloma en zonas cercanas a esta estación y que incrementa la materia orgánica.

Según INRENA (1994), en las evaluaciones llevadas a cabo en el marco del proyecto: Diagnóstico de la Calidad del agua del río Tumbes, las aguas del río Tumbes presentaron un rango de oxígeno disuelto entre 8,2 y 10,3 mg/lit que nos indica excelentes niveles de oxigenación, pH ligeramente alcalino cuyos valores oscilaron entre 7,4 y 8,2 y temperaturas del agua entre los 24 y 26 C°. Mientras que el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos en el monitoreo llevado a cabo por DIGESA, 2006, es diferente a lo descrito por INRENA y similar a los resultados obtenidos en el presente estudio para oxígeno disuelto, pH y conductividad. Cabe mencionar que en el monitoreo de DIGESA se reportó niveles altos de plomo y

coliformes termotolerantes en las aguas del río Tumbes. Para establecer un patrón de variación de los parámetros fisicoquímicos se debe de realizar un monitoreo constante de la calidad del agua, además se debe de incluir todos los parámetros establecidos en los estándares de calidad ambiental para agua.

Recientemente, Clark (2014), describe en su libro, los ecosistemas más frágiles del mundo, incluye al río Tumbes, indicando que el deterioro de la calidad del agua de este sistema está en aumento y señala que la contaminación de esta área presenta cuatro focos principales de polución: los efluentes derivados de la minería de oro presente en Ecuador, la generación de agua residual domestica e industrial cerca de la ciudad de Tumbes, la escorrentía proveniente de la agricultura y los efluentes derivados de la actividad langostinera, problemas que convierten a esta cuenca en un sistema acuático muy frágil.

Por otro lado, la ejecución del proyecto Binacional Puyango - Tumbes, que implica la construcción de cuatro represas a lo largo de la cuenca, tiene que ser detalladamente elaborado, incluyendo en los impactos y en el plan de manejo, a las comunidades acuáticas, ya que su ejecución comprendería la modificación del caudal y por ende también de la comunidad de peces. Jackson *et al.* (2001), plantean que la variación del régimen de caudales es la principal fuente de variación y perturbación en los ríos, asociada a la estructura de la comunidad de peces. Diversos estudios demuestran que el régimen del caudal está relacionado a muchos eventos a lo largo del ciclo de vida de los peces como la reproducción y la sobrevivencia (Freeman *et al.*, 2001), la migración (Quinn y Adams, 1996), la disponibilidad de alimentos (Osmundson *et al.*, 2002), etc.

Además la construcción de estas represas representarían una fragmentación del ecosistema acuático, para esto se debe detener en cuenta las poblaciones de peces endémicos, posibles especies migradoras y determinar especies claves para el ecosistema, además previamente se debe de realizar un muestreo a una escala



suficiente para detectar migraciones y determinar la diversidad real de peces en la cuenca del río Tumbes.

### **Composición y estructura de la ictiofauna del río Tumbes**

En el presente estudio se reportan para la cuenca del río Tumbes: 32 especies de peces agrupados en 26 géneros, 18 familias y ocho órdenes. Los órdenes dulceacuícolas predominantes en el río Tumbes fueron Characiformes (cinco familias y 11 especies) y Siluriformes (tres familias y tres especies), considerados como los órdenes más especializados y los mayores exponentes de la biodiversidad neotropical de peces continentales (Lévêque *et al.*, 2008). Por otro lado, el río Tumbes como vertiente del Pacífico presenta un aporte relevante de especies marinas y/o estuarinas representados principalmente por los órdenes Perciformes y Pleuronectiformes siendo las familias más importantes Gobiidae, Eleotridae y Achiridae los que albergan a la mayoría de especies, este patrón ya ha sido reportado en ecosistemas similares como en el río Chira, donde estas familias aportan un número importantes de especies (Marchena, 2013), caso similar ocurre en los ríos que drenan en las vertientes del Caribe (Rodríguez - Olarte *et al.*, 2006a y 2006b), donde estos mismos órdenes aportan una gran número de especies a la riqueza general.

Se reportó para el río Tumbes 19 especies de carácter dulceacuícola donde las familias más representativas fueron Characidae, Curimatidae, Bryconidae, Heptapteridae, Cetopsidae y Cichlidae; mientras que el grupo marino y/o estuarino presentó 13 especies, representados por Mugilidae, Gobiidae, Eleotridae y Achiridae como las principales familias.

La región neotropical es rica en familias de peces, con una alta proporción de taxos endémicos pertenecientes a los órdenes Characiformes y Siluriformes (Lévêque *et al.*, 2008), el río Tumbes presenta dos especies endémicas *Chilobrycon deuterodon* y *Paracetopsis atahualpa* (Vari *et al.*, 2005), pertenecientes a estos dos órdenes, mientras que se encuentra en proceso de revisión el gymnotiforme *Sternopygus sp.*, como probable nueva especie; de esta forma el grado de endemismo que presenta el

área estudiada la convierte en una zona con importancia alta de conservación. Debido también al grado importante de endemismo que presenta la región nor occidental del Perú.

Con respecto a la ictiofauna marino estuarial, lo reportado en la cuenca del río Tumbes en el presente estudio, corresponde a las especies registradas por Chirichigno (1963); Chang (1995); Luque (2007) y Ortega *et al.* (2012).

En el presente estudio se ha registrado 32 especies de peces, sin embargo autores como Mac Donald (1991), Chang (1995) y Luque (2007), han descrito otras especies para esta cuenca, se recopiló las especies de estas publicaciones y se adicionó los resultados del presente estudio, obteniendo un acumulado final de 41 especies para la cuenca del río Tumbes, que incluye 24 especies netamente dulceacuícolas y 17 especies de origen marino y/o estuarial. Las especies consideradas comunes con los otros reportes son seis y agrupa a *Mugil curema*, *Andinoacara rivulatus*, *Gobiomorus maculatus*, *Awaous banana*, *Achirus mazatlanus* y *Trinectes fonsecensis*, que fueron reportadas para los cuatro estudios. Mientras que en el presente estudio cuatro especies son reportadas como nuevos registros para el área evaluada, incluyendo especies de agua dulce (*Pseudocurimata peruana*) y especies de origen marino (*Evorthodus minutus*, *Gobionellus sp.* y *Lycengraulis poeyi*).

### **Riqueza y abundancia de peces**

A lo largo de la costa peruana se conoce que aproximadamente el 4% del total de especies de peces de aguas continentales (42 especies) habitan los 56 ríos que drenan en el Océano Pacífico, principalmente en el departamento de Tumbes (Ortega *et al.*, 2012). En el presente estudio se reporta para la cuenca del río Tumbes: 32 especies que representan más del 76% de la ictiofauna registrada para la vertiente del Pacífico. Es una riqueza escasa en comparación con otros sistemas fluviales de la vertiente del Amazonas, pero a su vez considerable en comparación con los demás sistemas hidrográficos de la vertiente del Pacífico. En la costa norte, para el río Chira (Piura) se reportó 20 especies de peces (Marchena, 2013), en el río Santa (Ancash)

fueron registradas 12 especies (Sifuentes, 1992), mientras que en la costa central, el río Cañete (Lima), presenta ocho especies (Ortega *et al.*, 2012), y para la costa sur el río Acari (Arequipa) representado con tres especies (Water Management Consultants, 2009), al igual que el río Locumba (Tacna) (Ortega *et al.*, 2012).

Al no considerar en este estudio el muestreo de las quebradas anexas del río Tumbes, se prevé que en futuras evaluaciones la riqueza del río Tumbes puede aumentar, ya que según Hidalgo & Willink (2007), estos hábitats son los que elevan la riqueza a mayores niveles.

En este estudio, algunas especies de peces dulceacuícolas de la vertiente del Pacífico como: *Cichlasoma festae*, *Hoplias microlepis* y *Trichomycterus sp.*, no fueron registradas en la cuenca del río Tumbes, pero para el caso de *C. festae*, fue reportada anteriormente por Chang (1995) y Luque (2007), mientras que *H. microlepis* y *Trichomycterus sp.*, solamente fue reportado por Luque (2007). La ausencia de estas especies podría deberse a que no se tomó en cuenta en este estudio otros posibles hábitats como las quebradas donde estas especies podrían estar distribuidas. De igual forma el pez marino estuarial de la vertiente del Pacífico, *Ariopsis seemani*, gran bagre de origen marino reportado por Luque (2007) para esta cuenca y por Marchena (2013) para la cuenca vecina del río Chira; no fue reconocido en la cuenca del río Tumbes, su ausencia podría obedecer a la ocupación temporal de los hábitats dulceacuícolas, pues esta especie tiende a desplazarse entre ambientes costeros y dulceacuícolas en función de su ciclo biológico, siendo abundante en zonas estuariales (Gómez *et al.*, 2010).

En la cuenca del río Tumbes se reconocieron dos especies introducidas: *Gambusia affinis* y *Oreochromis niloticus*. Con respecto a *G. affinis*, presenta amplio rango de distribución y ha sido reportado para otros drenajes costeros como el río Chira. Mientras que *O. niloticus* es una especie importante para consumo y acuicultura, reportada para diferentes ambientes acuáticos costeros incluyendo el río Chira (Marchena, 2013).

La fauna marina, estuarina y anfídroma reportada en la cuenca del río Tumbes corresponde a la registrada por Chirichigno (1963); Chang (1995), Luque (2007) y para la cuenca contigua del río Chira (Marchena, 2013). Siendo la riqueza de esta zona muy elevada pero no conocida en su totalidad, esta característica junto al desconocimiento de los ciclos biológicos de las especies anfíromas, la convierte en una zona con importancia para estudios posteriores.

La relación positiva entre la abundancia, la riqueza y la diversidad íctica con la disponibilidad de hábitats se ha documentado ampliamente (Winemiller *et al.*, 2008). La riqueza obtenida en el presente estudio no ha sido exclusivo del sector bajo como lo reportan diferentes autores para otros ecosistemas (Ortega *et al.* 2007), en la cuenca del río Tumbes la riqueza de especies y abundancia se distribuye en los tres sectores establecidos (superior, medio e inferior), demostrando la gran diversidad de hábitats disponibles a lo largo de la cuenca.

### **Estructura y distribución de la comunidad de peces**

La organización de la ictiofauna fue determinada mediante el agrupamiento ordenado de las especies con mayores abundancias relativas, así de las 32 especies reportadas solo 10 representan más del 86% de la abundancia total. Principalmente integran este grupo la especie endémica (*Chilobrycon deuterodon*) y el bagre (*Pimelodella elongata*). Las especies más abundantes en época húmeda del presente estudio, concuerdan con lo reportado por Chang (1995), quien reporta que *Pimelodella elongata* y *Brycon atrocaudatus*, presentaron las mayores abundancias. Igualmente para este mismo año en la época seca Chang, reporta a *Brycon dentex* como una de las especies más abundantes para esta época.

Con respecto a la distribución, la mayoría de peces de origen marino presenta distribución aislada debido a que están adaptados a sobrevivir en ambientes con alta salinidad fundamentalmente en las desembocaduras y/o estuarios donde desarrollan

parte de su ciclo biológico resultados similares a los encontrados por Rodríguez - Olarte *et al.* (2006). Sin embargo, hay formas especializadas migratorias (*Achirus mazatlanus* y *Pseudophallus starksi*), que están adaptados a vivir en zonas con baja salinidad y logran alcanzar los sectores medio y superior, este intercambio de especies merece una investigación para descubrir posibles patrones de distribución. Mientras que las especies dulceacuícolas con distribución aislada (*Saccodon wagneri*, *Pseudocurimata peruana*, *Pseudocurimata troschellii*, *Sternopygus sp.*, *Chaetostoma microps*, *Bryconamericus peruanus* y *Oreochromis niloticus*), sólo fueron reportados en una estación.

Por otro lado, especies como *Pimelodella elongata* que se encuentra ampliamente distribuida en todas las estaciones evaluadas (excepto cerca a la desembocadura), no se vieron afectadas por las diferencias en el tipo de sustrato, la profundidad ni la velocidad de la corriente, factores que indican su amplio rango de adaptación.

### **Distribución espacial y temporal de la cuenca del río Tumbes**

Los sistemas fluviales presentan cuatro dimensiones (longitudinal, lateral, vertical y temporal) que deben considerarse para lograr una percepción completa del ecosistema (Ward, 1989). El río Tumbes presenta diferencias en la composición del hábitat a lo largo del río, dentro de cada segmento y temporalmente, características que influyen en la distribución de especies.

Según el tipo de distribución temporal, en ríos amazónicos es común obtener menor riqueza en época húmeda debido al efecto de dispersión de los peces y la dificultad de captura por el aumento del caudal, mientras que en la época seca, el caudal disminuye y aumenta la densidad de los peces permitiendo que las capturas sean numerosas (Ortega *et al.*, 2007). La riqueza obtenida en el río Tumbes por épocas difiere de este patrón, registrándose 25 especies para la época húmeda y 21 especies para época seca, esta diferencia nos indica que en la cuenca del río Tumbes, influyen otros mecanismos de dispersión de las especies, diferentes al de los ecosistemas

amazónicos, esto podría deberse a que ecológicamente las especies tienden a aumentar cuando aumenta el volumen del agua debido a que se forman más hábitats que pueden ser utilizados por los peces. De igual forma la abundancia también fue mayor en época húmeda (682 individuos vs 371 individuos).

Por otro lado, en la cuenca del río Tumbes el gradiente altitudinal no es muy marcado, sin embargo longitudinalmente si se observan diferencias en las características geomorfológicas y de hábitats disponibles en los tres sectores, los resultados demuestran que cada sector presenta especies adaptadas a vivir de acuerdo a las características del hábitat. Así en el sector alto encontramos especies adaptadas a corrientes fuertes y sustratos pedregosos como son los characidos por sus movimientos rápidos o por presentar un cuerpo comprimido (Winemiller *et al.*, 2008). También los loricaridos toman ventaja en estas zonas por las adaptaciones que presentan para adherirse a las rocas y por qué su principal alimento (biopelículas) se desarrollan sobre las rocas (Maldonado - Ocampo *et al.*, 2005). El sector medio presenta un sustrato areno pedregoso con mayor profundidad y alberga especies de profundidad y carácidos medianos. El sector bajo se caracteriza por ser una zona con menos turbulencia y sustrato arenoso donde se distinguen hábitats de playas, donde se encontraron especies pequeñas la mayoría de origen estuarino y algunas formas dulceacuícolas.

Las especies de origen marino se concentran en la desembocadura del río Tumbes, por lo que es común registrar los géneros *Centropomus* y *Mugil* que son consideradas de importancia para consumo y que frecuentan estos ambientes en diferentes etapas de su vida para abastecerse de comida.

### **Diversidad de peces**

La diversidad es considerada como una medida que sintetiza la estructura, complejidad y estabilidad de una comunidad, por ello su conocimiento y cuantificación es importante.

Los valores de diversidad de Shannon- Wiener ( $H'$ ), varían estacionalmente, ubicándose entre 0,91 y 1,67 bit/ind para la temporada húmeda y entre 0,64 y 1,46 bit/ind para la temporada seca, lo que indica una diversidad baja a moderada (Magurran, 2004), en casi todas las estaciones y en ambas épocas; registrándose una relación directa entre la riqueza de cada estación y  $H'$ , de la misma forma la riqueza de Margalef ( $d'$ ) presenta valores directamente proporcionales con la riqueza. Los resultados más bajos de estos índices fueron obtenidos en zonas que presentan un tipo de impacto directo sobre el ecosistema.

En la época seca las estaciones evaluadas presentaron menor diversidad, debido a que se obtuvo menor riqueza y abundancia en las estaciones evaluadas.

### **Análisis de similitud**

La similitud calculada según el índice de Morisita, nos da una agrupación de las estaciones según el sector evaluado, este índice es muy utilizado debido a que tiene una mayor ventaja, al ser independiente del tamaño de muestra y de la diversidad de especies (Wolda, 1981).

Según los análisis de agrupamientos realizados, para ambas épocas se observa una marcada separación de los tres sectores establecidos previamente (inferior, media y superior) reforzando esta división. Se confirman las diferencias en composición y estructura comunitaria que tienen las estaciones ubicadas en los tres sectores para ambas épocas. Tal como lo demuestran los resultados del dendrograma, el río Tumbes puede considerarse como un mosaico complejo y cambiante de diferentes hábitats con características ambientales y particulares que definen condiciones específicas para la distribución de las especies. Un caso similar, es el trabajo de Toepfer *et al.* (1998), que utilizando el índice de Morisita, logran demostrar que el ensamblaje de los peces de cuatro ríos en Oklahoma, Texas, presenta diferencias entre los ambientes evaluados.

La estación estero y la estación langostinera son los hábitats menos similares entre ellos, para el caso de la primera estación se trataría de especies oportunistas que explotan los recursos presentes pero que no dependen exclusivamente de este hábitat (especies anfítromas) y que están adaptadas a sobrevivir en ciertos rangos de temperatura y salinidad. Mientras que las especies reportadas para la estación HBT2 son propias de agua dulce con algunas formas de origen marino que soportan la baja salinidad.

Según el dendrograma y el MDS, obtenidos para ambas épocas, sugieren que los hábitats menos similares entre sí en cuanto a la composición de taxa fueron: HBT2-S, HBT3-S y HBT6-H que no se asemejan a ninguna estación propia de su sector.

### **Estado de Conservación**

En la temporada húmeda tres de nueve estaciones fueron consideradas de condición mala, demostrando el grado de impacto en la cuenca. Mientras que para época seca las tres estaciones presentaron la misma condición.

Los valores obtenidos aplicando el IBI para las estaciones evaluadas, nos confirman un preocupante grado de alteración del hábitat de la cuenca del río Tumbes, por las actividades antrópicas que se realizan cerca, situación observada en la realización de la fase de campo.

Las categorías obtenidas fueron: **regular** y **mala**, la primera propia de ambientes que presentaron una riqueza moderada de especies y pocos impactos alrededor, y la segunda, generalmente para ambientes con poca riqueza y que presentaron un fuerte grado de alteración del hábitat. Son varios los reportes en donde se reconoce que la riqueza de especies y la abundancia de especies disminuye en ambientes con mayor degradación (Casatti, 2004). Así ambientes impactados como HBT3, HBT6 presentaron bajos valores del IBI. La relación entre el IBI y el gradiente de disturbio del hábitat ha sido demostrado por varios autores Toham & Teugels (1999), mostraron que la variación del IBI está en relación directa al impacto humano, mostrando la reducción de taxa no tolerantes donde hubo mayor impacto.



Sin embargo algunos resultados del IBI para algunas estaciones no demostraron correspondencia con el real estado de conservación, como la estación Quebrada Honda (HBT9), la cual no presenta impactos cercanos que alteren el hábitat pero si presentó baja riqueza y abundancia de peces, esto puede obedecer a características propias del hábitat que influyen en la distribución de los peces, como la alta turbulencia que presentó esta estación en ambas épocas, el sustrato areno pedregoso, las características fisicoquímicas y la altitud y no necesariamente el resultado negativo se deba a un impacto en el ambiente. Es por eso que se hace necesario el acoplamiento del IBI con otros tipos de análisis para tener un resultado más exacto del grado de conservación de un ambiente. Costa y Schulz (2010), señalan que la aplicación del IBI es una herramienta importante de biomonitoreo cuando es usado en conjunto con otros análisis.

### **Uso actual de los peces**

Los peces cumplen funciones primordiales en el equilibrio de los ecosistemas acuáticos, como indicadores de calidad de agua, al reflejar niveles de degradación del ambiente (Aguilar, 2005), además son la principal fuente de proteínas de las comunidades nativas locales (Lasso, 2011).

Según Ortega *et al.* (2012), ninguna de las especies de agua dulce de los ríos de la costa peruana son explotadas comercialmente. En el río Tumbes se observó que la pesca es sólo para subsistencia y es realizada eventualmente.

Los pobladores de los distritos aledaños de la ciudad de Tumbes, si bien consumen peces y otros recursos hidrobiológicos marinos en grandes cantidades, por la disponibilidad del recurso debido a la cercanía al mar (Imarpe, 2010), también basan un porcentaje de su dieta en peces capturados en el río Tumbes. Ortega *et al.* (2012), señalan que especies como la “raspa” *Chaetostoma microps* y el “Cascafe” *Brycon atrocaudatus*, son utilizados en la pesca de consumo para el río Tumbes. Se reporta en el presente estudio 16 especies que son utilizadas en la pesca para consumo,

agrupando especies dulceacuícolas como las descritas por Ortega *et al.* (2012), y se adiciona otras como *Paracetopsis atahualpa*, *Pseudocurimata trochellii* y *Chilobrycon deuterodon* y especies de origen marino como los perciformes (*Dormitator latifrons*, *Gobiomorus maculatus* y *Awaous banana*) muy apreciados cerca a la desembocadura.

Algunas especies como *Brycon atrocaudatus* “Cascafe” y *Chaetostoma* sp. “raspa”, también son apreciados para consumo en otros sistemas acuáticos como en el río Chira, donde también se consume peces de origen marino: *Ariopsis* sp., *Mugil cephalus*, *Gobiomorus maculatus* y *Awaous banana* (Marchena, 2013).

Las zonas de pesca se distribuyen a lo largo del río, principalmente cerca de los centros poblados. En las zonas cercanas a la desembocadura la pesca se centró en peces estuariales (*Centropomus unionensis*, *Mugil cephalus* y *Mugil curema*).

## VII.CONCLUSIONES

- El río Tumbes presenta la mayor riqueza íctica de la costa peruana.
- El estado de conservación de los hábitats acuáticos evaluados, basado en el IBI, fue calificado entre regular y malo. Condiciones que reflejan problemas ambientales que afectan a la biota acuática presente.
- La estructura de la comunidad de peces está conformada principalmente por especies dulceacuícolas y por una proporción considerable de especies de origen marino y/o estuarino que compartensu ciclo de vida en agua dulce.
- El río Tumbes conforma un sistema multidimensional y heterogéneo, tanto espacial como temporalmente. Debido a la diversidad de hábitats disponibles para la comunidad de peces a lo largo del río.
- El río Tumbes destaca como zona importante de conservación a considerar, por el grado de endemismo que presenta y por el manejo inadecuado que se aplica en la cuenca.
- Los recursos icticos del río Tumbes son importantes para los pobladores ribereños, utilizándose la mitad de especies registradas para consumo.
- La cuenca del río Tumbes, presenta serios problemas de contaminación, acentuadas cerca de su desembocadura y también una gran presión de uso.
- La riqueza acumulada de peces en el río Tumbes, alcanza 41 especies, desde el año 1991 hasta el 2012, con cuatro nuevos registros.
- Se presentan cuatro nuevos registros: *Sternopygus* sp, *Pseudocurimata peruana*, *Everthodus minutus* y *Lycengraulis poeyi*.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Realizar monitoreos semestrales de la calidad de agua del río Tumbes y analizar la bioacumulación de metales pesados en los peces de consumo.
- En posteriores evaluaciones, aumentar el esfuerzo de captura y el número de estaciones, incluyendo a los principales afluentes para tener una mejor representatividad del área evaluada.
- Estudiar la ecología trófica y aspectos reproductivos de las principales especies, enfatizando en las especies de consumo y endémicas.
- Realizar un estudio integral de la cuenca binacional Puyango -Tumbes, desde sus orígenes hasta la desembocadura en el Océano Pacífico, relacionando la variaciones de la ictiofauna con la altitud y el grado de contaminación.
- Aplicar modelos de evaluación de la integridad biótica acordes con las características de los ríos que vierten sus aguas a la vertiente del Pacífico.
- Realizar estudios sobre los patrones de migración de las especies de origen dulceacuícola como de origen marino, a lo largo de la cuenca.
- La ejecución del proyecto Binacional Puyango Tumbes debe de incluir evaluaciones exhaustivas de las comunidades acuáticas previa a la construcción de las represas.
- Instalación de una adecuada planta tratamiento de aguas residuales, erradicar la minería informal, programas de manejo ambiental, disminuir uso de pesticidas, plan de gestión para proponer al río Tumbes como zona turística.

## IX.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERT, J. 2001. *Species Diversity and Phylogenetic Systematics of American Knifefishes* (Gymnotiformes, Teleostei). Division of Ichthyology of Zoology, University of Michigan. Vol 190. 135 pp. [ISSN 0076-8405]
- ALBERT J. and REIS R. 2011. *Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes*, University of California Press, California, USA. 388pp. [ISBN 0-520-26868-5]
- ALFARO, R; GUEVARA, M e I, GONZALES. 2010. Prevalencia y distribución de los principales agentes etiológicos que afectan los langostinos silvestres en Tumbes, Perú. Rev. Perú. Biol. UNMSM. 17 (3): 359 -364 pp. [ISSN 1727-9933]
- ARAUJO, F. G. 1998. Adaptação do Índice de Integridade Biótica usando a Comunidade de Peixes para o Río Paraíba Do Sul. Brasil. Rev. Brasil. Biol., 58(4): 547-558 pp.
- ARAUJO, F; FICHBERG I; CARVALHO, B y M, PEIXOTO, A. 2003. A Preliminary Index of Biotic Integrity for Monitoring the Condition of the Río Paraíba do Sul, Southeast Brazil.. Environmental Management 32 (4): 516-526 pp.
- BERGER, C., S. DELGADO y A.ALVARADO. 1979. Primera evaluación sobre los posibles efectos del represamiento del Río Puyango-Tumbes en la hidrología y pesquerías de la región. Informe Imarpe 71: 55 pp.
- BOEHLKE, J. 1958. Studies on fishes of the family Characidae. A report on several extensive recent collections from Ecuador. Department of Ichthyology and Herpetology, Academy Of Natural Sciences of Philadelphia. 32 pp.
- BOZZETTI, M y U. SCHULZ. 2004. An Index of biotic integrity based on fish assemblages for subtropical streams in southern Brazil. Hydrobiologia 529: 133-144 pp.

- BURGESS, E. W. 1989. *An Atlas of Freshwater and Marine Catfishes*. T.F.H. Publications. Inc. Canada. 784 pp. [ISBN 0-86622-891-8]
- CASATTI, L. 2004. Ichthyofauna of two streams (silted and reference) in the upper Paraná river basin, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 64(4): 757-765 pp.
- CASTRO, R. M. C. & CASATTI, L., 1997. The fish fauna from a small forest stream of the upper Paraná River Basin, southeastern Brazil. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 7:33-352 pp.
- CHAMORRO, G. 2006. Situación Hidrológica del río Tumbes durante la inundación en febrero del 2006 e impactos. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología 14 p.
- CHANG, F. 1995. Diversidad y estructura de las comunidades de peces del Río Tumbes, Perú. Tesis para optar el título de Biólogo con mención en Biología Pesquera. Facultad de Biología. Universidad Ricardo Palma. Lima - Perú. 40 pp.
- CHIRICHIGNO, N.1963. Estudio de la fauna ictiológica de los esteros y parte baja de los ríos del Departamento de Tumbes (Perú). *Serie Divulg. Cient., Serv. Pesq.* Perú 22: 1-87.
- CHIRICHIGNO, N. 1998. *Clave para identificar los peces marinos del Perú*. Instituto del mar del Perú. Segunda edición. 476 pp.
- CHAVEZ, F.J. 2006. Simulación y Optimización de un Sistema de Alcantarillado Urbano. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima - Perú. 233 pp.
- CLARK, M. R. 2014. *Securing Water and Wastewater Systems*. Philadelphia, USA.2: 394 pp. [ISBN 9783319010915]

- COLWELL, R.K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/esti-mates>.
- COSTA, P. & SCHULZ, U., 2010. The fish community as an indicator of biotic integrity of the streams in the Sinos River basin, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 70. 1195- 1205 pp.
- COX FERNANDEZ, C. 1997. Lateral migration of fishes in Amazon foodplains. *Ecology of FreshwaterFish*, 6: 36-44 pp.
- DIGESA. 2006. Informe N° 1729 - 2006/DEPA-APRHI/DIGESA. 17 pp.
- EROS, T; BOTTA-DUKA, Z& G. GROSSMAN. 2003. Assemblage structure and habitat use of fishes in a Central European submontane stream: a patchbased approach. *Ecology of freshwater fish. Hungary*. 12:141–150 pp.
- ESCHMEYER, W.N. 2014. Catalog of Fishes: Genera, species and references. (<http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version accessed 15 january 2014.
- FERREIRA, C y L. CASATTI. 2006. Integridad biótica de umcórrego na bacia do Alto Río Paraná avaliada por meio da comunidade de Peixes. *Biota neotrópica*. 6 (3). 1-25 pp.
- FREEMAN, M.C; BOWEN, Z.H, BOVEE, K.D & E.R. IRWIN. 2001. Flow and hábitat effects on juvenile fish abundance in natural and altered flow regimes. *Ecological applications*. 11(1): 179-190 pp.
- GERY, J. y P. de RHAM. 1981. Un nouveaupoissoncharacidéendémique du bassin du Rio Tumbes aunord du Pérou. *Chilobrycondeuterodon*.g.sp. (Characoidei). *Rev. Aquariol*. 8(1): 1-12 pp.

- GERY, J. 1977. *Characoids of the World*. T. F. H. Publications. Neptune City, New Jersey. USA. 1- 672 pp.
- GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES. 2013. Plan Anual de Fiscalización y Evaluación Ambiental (PLANEFA). Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. 38pp.
- GÓMEZ, E; TOVAR, M.O; OBANDO, M.J y H. HURTADO. 2010. Estudio Histológico del tracto digestivo del pez *Ariopsis seemani* (Ariidae). ISSN 1900-4699. 6(2). 216-225 pp.
- GUTIÉRREZ, W; DELGADO, S & VERA, J. 1980. Investigación sobre los posibles efectos del represamiento del río Puyango- Tumbes en la hidrología y pesquerías de la región. Informe Inst. Mar Perú. 75: 1-39 pp.
- HAMMER, O., HARPER, D.A Y RAYAN P.D. 2001. PAST. Paleontological statistics software for education and data analysis. Paleontología Electrónica 4:9.
- HIDALGO, M y P. WILLINK. 2007. Peces/ Fishes. In: VRIESENDORP *et al.* eds. 2007. Perú: Nanay- Mazan- Arabela. Rapid Biological Inventories. Report 18. The Field Museum. Chicago, U.S.A. 56-92 pp.
- HOLDRIDGE, I.R. (1967). *Life zone ecology*. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. 14 pp.
- HOWES G. J. 1982. Review of the genus *Brycon* (Teleostei: Characoidei). Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.) 43 (1): 1-47 pp.
- HULEN, K. 2004. Phylogenetic Systematics of the Neotropical Electric Fish *Sternopygus* (Gymnotiformes: Sternopygidae). Thesis of the requirements for the degree of master of Science. Tesis presentada para obtener el grado de magister en ciencias. Universidad de Florida. 1-86 pp.



- IMARPE, 2010. Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanales en el litoral de Tumbes. Boletín Imarpe. 79 pp.
- INRENA, 1994. Diagnóstico de la Calidad del agua del río Tumbes. Perú. 17 pp
- INGEMMET, 2006. Estudio Geoambiental de la Cuenca del río Puyango – Tumbes. Lima, Perú. 210 pp.
- INEI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INVESTIGACIÓN), 2011. Carpeta Georeferencial Tumbes. Tumbes, Perú. 15 pp.
- JACKSON, D.A; PERES-NETO, P. R & J. D ORDEN. 2001. What controls who is where in freshwater fish communities the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. Can. J. Fish. *Aquat. Sci.* 58: 157-170 pp.
- JARAMILLO-VILLA, U y E, PELLEGRINI. 2008. Índices de integridad biótica usando peixes de agua doce. Oecol. Bras. 12(3). 442-462 pp.
- KARR, J.R. 1981. Assessment of Biotic Integrity Using Fish Communities. *Fisheries*.6 (6). 21-27 pp.
- KARR, J.R. 1991. Biological Integrity: A Long-Neglected Aspect of Water Resource Management. *Ecological Applications*.1 (1). 66-84 pp.
- KARR, J.R & E. W, CHU. 1999. Restoring life in running waters: Better Biological Monitoring. Islands Press. Washington, D.C
- KULLANDER, S.O. 1986. *Cichlid fishes of the Amazon River drainage of Perú*. Swedish Museum of Natural History, Stockholm, 431 pp. [ISBN 91-86510-04-5]

- LASSO, C.A. 2011. Consumo de pescado y fauna acuática en la cuenca amazónica Venezolana: Análisis de nueve casos de estudio entre comunidades indígenas. COPESCAALC Documento Ocasional N° 15, Roma, FAO. 2011. 28 pp.
- LAZARTE, E. A. 2002. SIG de la cuenca del río Puyango – Tumbes para la gestión de recursos hídricos. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Facultad de ingeniería, Universidad de Piura. Lima, Perú. 145 pp.
- LÉVÊQUE, C; OBERDORFF, E.T; PAUGY, D; STIASSNY, M.L.J. and P.A TEDESCO. 2008. Global Diversity of fish (Pisces) in Freshwater. *Hydrobiología*. 595: 545-567 pp.
- LUQUE, C. 2007. Estudio de la Diversidad Hidrobiológica en Tumbes. Instituto del Mar del Perú (IMARPE). Sede Regional de Tumbes. 36 pp.
- LUNDBERG, J.G; KOTTELAT, M; SMITH, G; STIASSNY, L. J and A.C GILL. 2000. So many fishes, so little time: An overview of recent ichthyological discovery in continental waters. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. Vol.87. N°1. 26-62 pp.
- MAC DONALD, A. 1991. Estudio Taxonómico de la Ictiofauna de la Cuenca del Río Tumbes, Dpto. Tumbes (Perú). Tesis para optar el grado académico de Bachiller en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas. URP. Lima - Perú. 87 pp.
- MAGURRAN, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing. ISBN 0-632-05633-9. 120pp.
- MALDONADO-OCAMPO J, ALONSO JC, CIPAMOCHA C. 2009. *Peces dulceacuícolas migratorios en Colombia*. En: Naranjo LG, Amaya JD, Editores. Plan Nacional de las especies migratorias. Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y WWF.

- MARCHENA, J.M. 2013. Ictiofauna del río Chira y descripción de microhabitats. Tesis para optar el título de Biólogo. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Piura. Perú. 82 pp.
- MERCADO-SILVA, N; LYONS JD; MALDONADO, G y NAVA, M. 2002. Validation of fish-based index of biotic integrity for streams and rivers of central Mexico. *Review in Fish Biology and Fisheries*. 12: 179-191 pp.
- MINAG (MINISTERIO DE AGRICULTURA). 2011. Mejoramiento del canal de la margen izquierda del río Tumbes y bocatoma la Peña. Perú. 131 pp.
- MINAG (MINISTERIO DE AGRICULTURA). 2013. Plan de gestión de Recursos Hídricos de la cuenca del río Tumbes. Perú. 225 pp.
- MINAM (MINISTERIO DEL AMBIENTE), 2010. Plan de calidad Ambiental Perú – Ecuador: Catamayo – Chira y Puyango – Tumbes. 102 pp.
- MORISITA, M., 1959. Measuring of the dispersion and analysis of distribution patterns. Memoires of the Faculty of Sciences, Kyushu University, Series E. Biology 2:215-235 pp.
- MUSILOVÁ, Z; SCHINDLER, I & W. STAECK. 2009. Description of *Andionoacarastalsbergi* sp. n. (Teleostei: Cichlidae: Cichlasomatini) from Pacific coastal rivers in Perú, and annotations on the phylogeny of the genus. *Vertebrate Zoology*. 59 (2). 131-141 pp.
- OBERDORFF, T; GUILBERT, E & J.C LUCCHETTA. 1993. Pattern of fish species richness in the Seine River Basin, France. *Hidrobiology*. 259: 157-167 pp.
- ORTEGA, H; B. RENGIFO; I. SAMANEZ & C. PALMA. 2007. Diversidad y el estado de conservación de cuerpos de agua Amazónicos en el nororiente del Perú. *Rev. peru. biol.* 13(3): 185-194 pp.

- ORTEGA, H; M. HIDALGO; G. TREVEJO; E. CORREA; A.M. CORTIJO; V. MEZA y J. ESPINO. 2012. *Lista anotada de Peces de aguas continentales del Perú: Estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación*. Segunda edición. Ministerio del Ambiente - Museo de Historia Natural, UNMSM. Lima. 56 pp.[ISBN 978-612-16053-2-1]
- OSMUNDSON, D.B; RYEL R.J; LAMARRA, V. & J. PITLICK. 2002. Flow Sediment Biota Relations: Implications for River Regulation Effects on Native Fish Abundance. *Ecological Applications*. 2002:12(6); 1719- 1739 pp.
- PEISA. 2003. Atlas Departamental del Perú. Piura / Tumbes. Ediciones Peisa. S.A.C. 168 pp.
- PERÚ. D.SN° 002-2008-MINAM. El Peruano, 03 de agosto del 2006, 28 pp.
- PERÚ. Proyecto de Ley N° 1487/2012 – CR, que declara de necesidad y utilidad pública la recuperación ambiental del río Tumbes. El Peruano, 06 de setiembre del 2012, 24 pp.
- PRODEMINCA (PROYECTO DE DESARROLLO MINERO Y CONTROL AMBIENTAL), 1998. Monitoreo Ambiental de las Áreas Mineras en el Sur de Ecuador 1996-1998. Quito, Ecuador. 212 pp.
- PROFONAMPE. 1998. La Zona Reservada de Tumbes, biodiversidad y diagnostico socioeconómico. 180pp.
- QUINN, T.P & D.J ADAMS. 1996. Environmental Changes Affecting the Migratory Timing of American Shad and Sockeye Salmon. *Ecology*. 77(4); 1151-1162 pp.
- REIS, R.; KULLANDER S. O. & C.J.FERRARIS Jr. 2003. *Check List of the Freshwater fishes of South and Central America*. 1era ed. Porto Alegre: Edipucrs. 742 pp. [ISBN 85-7430-361-5]

- RIOFRIO, J., SAMANEZ, I., CARRASCO, F., Y CLAVO, M. 2003. Caracterización limnológica de la laguna de Cashibococha (Ucayali- Perú), durante el año 2001. *Re. Peru. Biol.* 10 (2): 183-194 pp.
- ROBERTS, T. R. 1974. Dental polymorphism and systematics in *Saccodon*, a neotropical genus of freshwater fishes (Parodontidae, Characoidei). *Journal of Zoology*, 173: 303–321.
- RODRÍGUEZ – OLARTE, D y D.C TAPHORN. 1995. Los Peces como Indicadores Biológicos: Aplicación del Índice de Integridad Biótica en Ambientes Acuáticos de los Llanos Occidentales de Venezuela. Venezuela. *Biollania* 11: 27-56 pp.
- RODRÍGUEZ – OLARTE, D; AMARO A; CORONEL, J y D.C TAPHORN. 2006a. Los Peces del río Aroa, cuenca del Caribe, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*. 164: 101-127 pp.
- RODRÍGUEZ – OLARTE, D; AHYRAN, A; CORONEL, J y D. C TAPHORN. 2006b. Integrity of fluvial fish communities is subject to environmental gradients in mountain streams, Sierra de Aroa, North Caribbean coast, Venezuela. *Neotropical Ichthyology*. 4(3):319-328 pp.
- RODRÍGUEZ – OLARTE, D; CORONEL, J; A. AHYRAN, A y D, TAPHORN. 2007. Línea base para la estimación de la integridad en comunidades de peces en la cuenca del río Tocuyo, vertiente del caribe, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*. 165: (63-81).
- RODRÍGUEZ – OLARTE, D; CORONEL, J; TAPHORN, D y A. AHYRAN. 2007. Los Peces y su Conservación en el río Tocuyo, la cuenca Andina de la Vertiente Caribe en Venezuela. Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*. 165: (33-61).

- ROMAN-VALENCIA, GARCIA, M y H. ORTEGA. 2011. Revisión taxonómica y geográfica de *Bryconamericus peruanus* (Teleostei, Characidae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82: 844-853 pp.
- SANCHEZ, J.L. 2011. Estudio y evaluación de los flujos ácidos derivados de la minería en las márgenes del río Calera, Distrito Minero Portovelo – Zaruma. Tesis para optar el título Ingeniero Civil. Escuela de Ingeniería Civil. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja- Ecuador. 133 pp.
- SIFUENTES, M.1992. Ictiología Básica y Aplicada en la Cuenca del Río Santa (Ancash)-Perú. EDITEC del Perú S.R. Ltda. Lima –Perú.
- TOEPFER, C.S, WILLIAMS, L.R, MARTINEZ, A.D & W.L FISHER. 1998. Fish and habitat heterogeneity in four streams in the Central Oklahoma/n Texas plains ecoregion. *Proc. Okla. Acad. Sci.* 78: 41-48 pp.
- TOHAM, A. K. & G. G. TEUGELS. 1999. First data on an Index of Biotic Integrity (IBI) based on fish assemblages for the assessment of the impact of deforestation in a tropical West African river system. *Hydrobiologia* 397: 29-38 pp.
- U.S DEPARMENT OF AGRICULTURE. 1985: *Agricultural Statistics*. Government Printing Office, Washington DC.25 pp.
- UNESCO, 1994. Balance Hídrico Superficial de la cuenca Puyango – Tumbes y Quebrada Bocapan. Tumbes, Perú. 226 pp.
- VARI, R. P. and L.R MALABARBA. 1998. Neotropical ichthyology: An overview. *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*. Porto Alegre, Brasil. EDIPUCRS. 1-11 pp.

- VARI, R. P; FERRARIS, C.J; DE PINNA, M. C. C. 2005. The Neotropical whale catfishes (Siluriformes: Cetopsidae: Cetopsinae), a revisionary study. *Neotropical Ichthyology* 3 (2): 127-238 pp.
- VARI, R.P.1989. A Phylogenetic Study of the Neotropical Characiform Family Curimatidae (Pisces: Ostariophysi). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. N° 471. 1-80pp.
- VARI, R.P.1989. Systematics of the Neotropical Characiform Genus *Pseudocurimata* Fernández – Yépez (Pisces: Ostariophysi). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. N° 490. 1-36 pp.
- VIEIRA, D y O.A SHIBATTA. 2007. Peixes como indicadores da qualidade ambiental do ribeirão Esperança, município de Londrina, Paraná, Brasil. *Biota Neotropica*. 7(1). 56-65 pp.
- WARD, J.V. 1989. The Four-Dimensional Nature of Lotic Ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society*. 8(1); 2-8 pp.
- WATER MANAGEMENT CONSULTANTS S.A. 2009. Estudio de Impacto Ambiental. Proyecto Tía María. Islay, Arequipa. Resumen Ejecutivo para Southern Peru Copper Corporation Lima, Perú.
- WILLIAMS-LINERA, G.2002. Tree species richness complementary, disturbance and fragmentation in a Mexican tropical montane cloud forest. *Biodiver. Conserv.* 11 : 1825-1843 pp.
- WINEMILLER K, O, AGOSTINHO A, A and E. PELLEGRINI.2008. Fish Ecology in Tropical Streams. En Dudgeon D, editor. *Tropical Stream Ecology*. Elsevier. 135 pp.
- WHITEHEAD, P.J.P. and R. RODRIGUEZ-SANCHEZ. 1995. Engraulidae. Anchoas, anchovetas. p. 1067-1087. In W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E.

Carpenter and V. Niem (eds.) Guía FAO para Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental. 3 Vols. FAO, Rome.

- WOLDA, H. 1981. Similarity indices, simple size and diversity. *Oecologia* (Berli). 50:296-302 pp.



## **X. ANEXOS**

**Anexo 1.** Ficha de campo.

MUSM FICHA HIDROBIOLÓGICA DE CAMPO					
Fecha			Estación		
Hora	Hi:	/ Hf:			
Altitud					
Coordenadas			Tipo de orilla		
Distrito			Longitud		
Provincia			Ancho		
Departamento			Profundidad		
Hábitat	Rápidos		Sustrato	Limo/fango	
	Corridas			Arcilla	
	Pozos			Arena	
	Remansos			Grava (2-64 mm)	
Vegetación				Canto rodado( 65-256 mm)	
Sustrato				Piedra ( > 256 mm)	
Área de muestreo				Roca	
Color				Hojarasca	
Método de colecta			Corriente		
Ambiente acuático			Transparencia		
PARAMETROS FISICOQUÍMICOS					
Temperatura					
Oxígeno Disuelto					
Conductividad					
TDS					
pH					

## Anexo 2. Características ecológicas descriptivas de los ambientes acuáticos en la cuenca del río Tumbes.

Estación	HBT1	HBT2	HBT3	HBT4	HBT5	HBT6	HBT7	HBT8	HBT9	HBT1	HBT2	HBT3	HBT4	HBT5	HBT6	HBT7	HBT8	HBT9
Referencia	Estero	Langostineras	Puente Tumbes	San Juan de la virgen.	Caserío Santa María	Bocatoma la Peña	Oda. Higuérón	Rica playa	Oda. Honda	Estero	Langostine ras	Puente Tumbes	San Juan de la virgen.	Caserío Santa María	Bocatoma la Peña	Oda. Higuérón	Rica playa	Oda. Honda
Región geográfica	17S	17S	17S	17S	17S	17S	17S	17S	17S	17S	17S	17S	17S	17S	17S	17S	17S	17S
E (UTM)	559179	558265	559668	562616	562667	560863	560324	557351	557574	559173	558254	559665	562551	562667	560863	560329	557351	557478
N (UTM)	9611451	9609039	9605404	9598706	9593370	9593226	9583453	9579072	9577681	9611448	9609032	9605389	9598688	9593378	9593226	9583468	9579092	9577643
Altitud (m.s.n.m)	3	5	7	18	20	54	68	120	124	3	5	7	18	20	54	68	120	124
Departamento	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes
Provincia	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes
Distrito	Corrales	Corrales	Tumbes	San Juan de la virgen	Pampas Hospital de	San Jacinto	San Jacinto	San Jacinto	San Jacinto	Corrales	Corrales	Tumbes	San Juan de la virgen	Pampas Hospital de	San Jacinto	San Jacinto	San Jacinto	San Jacinto
Fecha	30/04/2012	30/04/2012	03/05/2012	01/05/2012	01/05/2012	02/05/2012	02/05/2012	02/05/2012	02/05/2012	30/09/2012	30/09/2012	30/09/2012	01/10/2012	01/10/2012	02/10/2012	02/10/2012	03/10/2012	03/10/2012
Época	Húmeda	Húmeda	Húmeda	Húmeda	Húmeda	Húmeda	Húmeda	Húmeda	Húmeda	Seca	Seca	Seca	Seca	Seca	Seca	Seca	Seca	Seca
Hora inicio	11:10	08:50	08:30	11:20	08:30	15:08	12:40	08:50	08:50	09:20	11:20	12:50	11:30	08:40	14:12	12:18	10:40	09:25
Hora final	13:20	11:00	10:35	12:45	10:05	16:05	13:10	11:50	10:15	10:50	12:30	14:25	13:40	10:46	15:55	13:20	11:50	10:15
Tipo de ambiente acuático	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico
Clima	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado
Margen	Izquierdo	Izquierdo	Derecho	Derecho	Derecho	Izquierdo	Izquierdo	Izquierdo	Izquierdo	Izquierdo	Izquierdo	Derecho	Derecho	Derecho	Izquierdo	Izquierdo	Izquierdo	Izquierdo
Tipo de Agua	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca
Color de Agua	Beige	Beige	Beige	Beige	Beige	Beige	Beige	Beige	Beige	Beige	Beige	Beige	Beige	Beige	Beige	Beige	Beige	Beige
Ancho del cauce (m)	20	25	50	80	80	50	50	40	90	15	20	40	30	20	40	20	35	60
Longitud de muestreo (m)	50	100	100	100	80	80	80	80	80	50	100	80	100	80	80	80	80	80
Ancho de muestreo (m)	8	10	12	12	15	10	10	10	10	8	10	10	12	10	10	10	12	12
Área de muestreo (m <sup>2</sup> )	400	1000	1200	1200	1200	800	800	800	800	400	1000	1200	1200	1200	800	800	800	800
Velocidad de corriente	Lenta	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Lenta	Lenta	Lenta	Moderada	Moderada	Moderada	Rápida	Rápida	Rápida
Profundidad máxima de muestreo (m)	0.8	0.9	1.2	1.8	1.5	0.8	1.6	1.6	1.6	0.7	0.7	0.6	0.9	0.8	0.7	0.9	1.0	0.9
Transparencia (m)	0.03	0.15	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03	0.05
Habitat (% de longitud)																		
Caídas						10	10	10	10						10	10	10	10
Corridas		10		20	40	50	70	80	80		10	10	20	40	60	60	80	80
Pozos	20	10	20	20	10	20	10		10		10	10	20	10	10	20		10
Remansos	80	80	80	60	50	20	10	10		100	80	80	60	50	20	10	10	
Sustrato (% de partículas)																		
Limo/fango	10																	
Arcilla																		
Arena	90	100	80	70	50	30	10	20	20	100	100	80	70	50	30	10	10	20
Grava (2-64 mm)			20	20	30	60	70	70	60			20	20	30	70	70	80	70
Canto rodado( 65-256 mm)				10	10	10	15	20	20				10	10		15	10	10
Piedra ( > 256 mm)							5									5		
Roca																		
Hojarasca					10									10				
Línea de orilla (amplitud y pendiente)	Amplia y protegida, 30° - 45°	Estrecha y protegida, 30°	Estrecha y protegida, 20°	Estrecha y protegida, 30°	Estrecha y semiprotegida, 15°	Amplia y protegida, 30°	Estrecha y desprotegida, 20°	Estrecha y protegida, 15°	Estrecha y semiprotegida, 30°	Amplia y protegida, 30° - 45°	Estrecha y protegida, 30°	Estrecha y protegida, 20°	Estrecha y protegida, 30°	Estrecha y semiprotegida, 15°	Amplia y protegida, 30°	Estrecha y desprotegida, 20°	Estrecha y protegida, 15°	Estrecha y semiprotegida, 30°
Vegetación	Mangle y gramíneas	Caña brava y gramínea.	Caña brava y gramínea.	Platanal, algarrobo, overal, gramíneas y caña.	Platanal, algarrobo y caña brava.	Caña brava	Algarrobo, overal y gramíneas.	Algarrobo, gramíneas, caña brava.	Algarrobo, caña brava, overal y carrizo.	Mangle y gramíneas	Caña brava y gramíneas.	Caña brava y gramíneas.	Platanal, algarrobo, overal, gramíneas y caña.	Platanal, algarrobo y caña brava.	Caña brava	Algarrobo, overal y gramíneas.	Algarrobo, gramíneas, caña brava.	Algarrobo, caña brava, overal y carrizo.

### Anexo 3. Composición taxonómica registrada para la cuenca del río Tumbes por épocas y estaciones.

N°	ORDEN	ESPECIE	HBT1	HBT2	HBT3	HBT4	HBT5	HBT6	HBT7	HBT8	HBT9	HBT1	HBT2	HBT3	HBT4	HBT5	HBT6	HBT7	HBT8	HBT9	TOTAL	A.R
			ÉPOCA HÚMEDA									ÉPOCA SECA										
1	Clupeiformes	<i>Lycengraulispoeyi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.10
2	Characiformes	<i>Saccodon wagneri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.10
3	Characiformes	<i>Pseudocurimata troschelii</i>	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	1.73
4	Characiformes	<i>Pseudocurimata peruana</i>	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0.81
5	Characiformes	<i>Lebiasina bimaculata</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.31
6	Characiformes	<i>Astyanax festae</i>	0	14	0	1	1	1	1	3	1	0	0	0	17	4	0	0	0	1	44	4.48
7	Characiformes	<i>Bryconamericus brevirostris</i>	0	4	5	0	21	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	42	4.28
8	Characiformes	<i>Bryconamericus peruanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.92
9	Characiformes	<i>Rhoadsia altipinna</i>	0	0	0	1	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1.83
10	Characiformes	<i>Brycon atrocaudatus</i>	0	0	0	0	2	1	0	9	0	0	0	0	0	3	0	0	0	5	20	2.04
11	Characiformes	<i>Brycon dentex</i>	0	0	0	0	2	0	2	3	0	0	0	2	32	4	7	4	5	11	72	7.33
12	Characiformes	<i>Chilobrycon deuterodon</i>	0	1	0	1	0	4	5	68	2	0	0	0	0	85	0	0	17	17	200	20.37
13	Siluriformes	<i>Pimelodella elongata</i>	0	4	9	113	7	1	0	3	1	0	0	0	40	0	12	16	0	1	207	21.08
14	Siluriformes	<i>Paracetopsis atahualpa</i>	0	0	0	63	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	68	6.92
15	Siluriformes	<i>Chaetostoma microps</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.10
16	Gymnotiformes	<i>Sternopygus sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.10
17	Cyprinodontiformes	<i>Gambusia affinis</i>	46	59	0	0	1	0	0	1	0	13	0	0	4	4	0	0	0	0	128	13.03
18	Syngnathiformes	<i>Pseudophallus starksii</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.10
19	Perciformes	<i>Centropomus unionensis</i>	3	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.71
20	Perciformes	<i>Mugil cephalus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.20
21	Perciformes	<i>Mugil curema</i>	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	29	2.95
22	Perciformes	<i>Andinoacara rivulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	8	0	1	0	0	11	1.12
23	Perciformes	<i>Oreochromisniloticusniloticus</i>	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.61
24	Perciformes	<i>Dormitator latifrons</i>	2	37	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	44	4.48
25	Perciformes	<i>Gobiomorus maculatus</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0	1	1	0	0	12	1.22
26	Perciformes	<i>Awaous banana</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7	0.71
27	Perciformes	<i>Evorthodus minutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.31
28	Perciformes	<i>Gobionellus sp.</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.31
29	Pleuronectiformes	<i>Achirus mazatlanus</i>	0	0	0	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.92
30	Pleuronectiformes	<i>Achirus klunzingeri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0.51
31	Pleuronectiformes	<i>Trinectes fluviatilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.20
32	Pleuronectiformes	<i>Trinectes fonsecensis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.10
Riqueza			5	9	3	9	10	5	4	13	3	3	6	2	4	7	3	5	5	5	32	100
Abundancia			63	143	22	190	41	10	9	126	4	19	41	3	93	109	20	23	31	35	982	
Total de individuos			608									374										

**Anexo 4.** Los peces de la cuenca del río Tumbes. Las clases de distribución: Aislada (A), Restringida (R), Local (L) y Dispersa (D). Usos (U): Subsistencia (S), Comercial (C) y Ornamental (O).

FAMILIA	ESPECIE	DISTRIBUCIÓN	USOS
ENGRAULIDAE	<i>Lycengraulis poeyi</i>	A	-
PARODONTIDAE	<i>Saccodon wagneri</i>	A	-
CURIMATIDAE	<i>Pseudocurimata troschellii</i>	A	C
	<i>Pseudocurimata peruana</i>	A	C
LEBIASINIDAE	<i>Lebiasina bimaculata</i>	R	-
CHARACIDAE	<i>Astyanax festae</i>	L	-
	<i>Bryconamericus brevisrostris</i>	L	-
	<i>Bryconamericus peruanus</i>	A	-
	<i>Rhoadsia altipinna</i>	R	-
BRYCONIDAE	<i>Brycon atrocaudatus</i>	R	C
	<i>Brycon dentex</i>	L	C
	<i>Chilobrycon deuterodon</i>	L	C
HEPTAPTERIDAE	<i>Pimelodella elongata</i>	D	-
CETOPSIDAE	<i>Paracetopsis atahualpa</i>	A	C
LORICARIIDAE	<i>Chaetostoma microps</i>	A	C
STERNOPYGIDAE	<i>Sternopygus sp.</i>	A	-
POECILIDAE	<i>Gambusia affinis</i>	L	-
SYNGNATHIDAE	<i>Pseudophallus starksi</i>	A	-
CENTROPOMIDAE	<i>Centropomus unionensis</i>	R	C
MUGILIDAE	<i>Mugil cephalus</i>	A	C
	<i>Mugil curema</i>	R	C
CICHLIDAE	<i>Andinoacara rivulatus</i>	R	C, O
	<i>Oreochromis niloticus</i>	A	C
ELEOTRIDAE	<i>Dormitator latifrons</i>	R	C
	<i>Gobiomorus maculatus</i>	L	C
GOBIIDAE	<i>Awaous banana</i>	R	C
	<i>Evorthodus minutus</i>	A	-
	<i>Gobionellus sp.</i>	A	-
ACHIRIDAE	<i>Achirus mazatlanus</i>	R	-
	<i>Achirus klunzingeri</i>	A	-
	<i>Trinectes fluviatilis</i>	A	-
	<i>Trinectes fonsecensis</i>	A	-

**Anexo 5.** Atributos de los peces considerados para el desarrollo del IBI. Mesohábitat (MH) de ocurrencia: Remanso (R), rápido o corrida (C) y pozo (P). Gremio Trófico (GT): Omnívoro (O), Herbívoro (H): con alguívoro (a) y detritívoro (d) y Carnívoro (C). Tolerancia Aparente (TA): Tolerante (T) e Intolerante (I). Abundancia absoluta (Aa) y abundancia relativa (Ar).

FAMILIA	ESPECIE	MH	GT	AUTOR	TA	Aa	Ar
ENGRAULIDAE	<i>Lycengraulis poeyi</i>	R	Cip	Froese y Pauly, 2004	T	1	0.10
PARODONTIDAE	<i>Saccodon wagneri</i>	R	Had	Roberts, 1974 y Laazet al , 2009	I	1	0.10
CURIMATIDAE	<i>Pseudocurimata troschelii</i>	R	Had	Carvalho, F., 1984	I	17	1.73
	<i>Pseudocurimata peruana</i>	R	Had	Carvalho, F., 1985	I	8	0.81
LEBIASINIDAE	<i>Lebiasina bimaculata</i>	R	O	Laazet al , 2009	T	3	0.31
CHARACIDAE	<i>Astyanax festae</i>	C R	O	Laazet al , 2009	I	44	4.48
	<i>Bryconamericus brevirostris</i>	C R	O	Laazet al , 2009	I	42	4.28
	<i>Bryconamericus peruanus</i>	C	O	Barriga, 1994	I	9	0.92
	<i>Rhoadsiaaltipinna</i>	C	O	Laazet al , 2009	I	18	1.83
BRYCONIDAE	<i>Brycon atrocaudatus</i>	C	O	Barnhill, 1974	I	20	2.04
	<i>Brycon dentex</i>	C	O	Barnhill, 1974	I	72	7.33
	<i>Chilobrycon deuterodon</i>	C R	O		I	200	20.37
HEPTAPTERIDAE	<i>Pimelodella elongata</i>	C R	Ci	Mazzoni, R., 2009	I	207	21.08
CETOPSIDAE	<i>Paracetopsis atahualpa</i>	R	Cip	Burges, 1989	I	68	6.92
LORICARIIDAE	<i>Chaetostoma microps</i>	C	Had	Laazet al , 2009	I	1	0.10
STERNOPYGIDAE	<i>Sternopygus sp.</i>	R	Ci	Laazet al , 2009	I	1	0.10
POECILIDAE	<i>Gambusia affinis</i>	R C	Ci	Pyke,G.,2005	T	128	13.03
SYNGNATHIDAE	<i>Pseudophallus starksii</i>	R	Ci	Bussing, 1987	T	1	0.10
CENTROPOMIDAE	<i>Centropomus unionensis</i>	C	Cip	Greenfield y Thomerson, 1997	T	7	0.71
MUGILIDAE	<i>Mugil cephalus</i>	C R	O	Froese y Pauly, 2004	T	2	0.20
	<i>Mugil curema</i>	C R	O	Froese y Pauly, 2004	T	29	2.95
CICHLIDAE	<i>Andinoacara rivulatus</i>	R	O	Laazet al , 2009	T	11	1.12
	<i>Oreochromis niloticus</i>	R	O	FAO, 2012	T	6	0.61
ELEOTRIDAE	<i>Dormitator latifrons</i>	R	Had	Cadena, 1982	T	44	4.48
	<i>Gobiomorus maculatus</i>	C R	Cip	Greenfield y Thomerson, 1999; Laazet al ,2009	T	12	1.22
GOBIIDAE	<i>Awaous banana</i>	C R	Had	Barriga, 1989	T	7	0.71
	<i>Evorthodus minutus</i>	R	Ci		T	3	0.31
	<i>Gobionellus sp.</i>	R	O	Contente, R et al ., 2012	T	3	0.31
ACHIRIDAE	<i>Achirus mazatlanus</i>	R P	Ci	Fischer,1995	T	9	0.92
	<i>Achirus klunzingeri</i>	R	Ci	Rubio, 1989	T	5	0.51
	<i>Trinectes fluviatilis</i>	R	Ci	Froese y Pauly, 2004	T	2	0.20
	<i>Trinectes fonsecensis</i>	R P	Ci	Froese y Pauly, 2004	T	1	0.10

**Anexo 6:** Descripción de las especies de peces registradas para la cuenca del río Tumbes

**TAXONOMIA**

Phylum: CHORDATA

Sub Phylum: VERTEBRATA

Clase: ACTINOPTERYGII

División: TELEOSTEI

Super Orden: CLUPEOMORPHA

Orden: CLUPEIFORMES

Super Orden: OSTARIOPHYSI

Orden: CHARACIFORMES

Orden: GYMNOTIFORMES

Orden: SILURIFORME

Super Orden: ACANTHOPTERYGII

Orden: MUGILIFORMES

Orden: PERCIFORMES

Orden: PLEURONECTIFORMES

Orden: SYNGNATHIFORMES

**A. ORDEN: CLUPEIFORMES**

**1.**

**Familia:** ENGRAULIDAE

**Género:** *Lycengraulis*

**Especie:** *Lycengraulis poeyi* (Kner, 1863).

Nombre común: Sardina



## Descripción

Aleta anal con 21 a 24 radios anales ramificados, aleta dorsal ubicada por delante de la mitad del cuerpo, aleta anal se origina debajo de la tercera parte de la base de la aleta dorsal. Opérculo con manchas negras. Franja plateada lateral. Aleta dorsal no muy larga. Longitud máxima hasta 20.5 cm.

Distribución: Golfo de Fonseca (Honduras) hasta el norte del Perú.

## B. ORDEN: CHARACIFORMES

2.

**Familia:** PARODONTIDAE

**Género:** *Saccodon*

**Especie:** *Saccodon wagneri* (Kner, 1863).

Nombre común: Julilla



## Descripción

Cabeza relativamente pequeña, boca inferior. Línea lateral completa, con 39-41 escamas. Aleta dorsal con 12 radios, anal con 9 a 11 radios anales ramificados. Dentición polimórfica muy especializada por el tipo de alimentación (Roberts, T.R, 1974). Aleta dorsal ubicada en la mitad del cuerpo, aleta caudal con escamas en la base. Alcanza tamaños de hasta 15 cm SL (Laaz *et al.* 2009). Distribución: Sudamérica: cuencas costeras del Ecuador y del extremo norte del Perú.



3.

**Familia:** CURIMATIDAE

**Género:** *Pseudocurimata*

**Especie:** *Pseudocurimata troschelii*  
(Gunter, 1860).

Nombre común: Dica



### Descripción

Cuerpo alto y moderadamente alargado. Boca subterminal, mandíbulas (inferior y superior) desprovista de dientes. Presenta 11 a 12 radios blandos dorsales y 9-10 radios blandos anales. Presenta una mancha negra en forma de un triángulo elongado en el pedúnculo caudal y la ausencia de una mancha oscura en la base media de los radios de la aleta caudal. 42 a 47 escamas en la línea lateral y siete a ocho escamas sobre la línea lateral. Color plateado en general. Distribución: Sudamérica: golfo de Guayaquil en Ecuador y en los ríos Tumbes y Zarumilla en el norte del Perú.

4.

**Familia:** CURIMATIDAE

Género: *Pseudocurimata*

Especie: *Pseudocurimata peruana* (Eigenmann, 1922).

Nombre común: Dica



## Descripción

Boca subterminal sin dientes, cuerpo alto y moderadamente alargado. Presenta 11 a 12 radios blandos dorsales y 7 u 8 radios blandos anales. Pequeña mancha oscura en la base media de los radios de la aleta caudal, mancha separada de la franja medio lateral del pedúnculo caudal. Presenta una mancha negra en forma de un triángulo elongado en el pedúnculo caudal. 47 a 52 escamas en la línea lateral. Color plateado en general. Longitud máxima 15.5 cm SL.

Distribución: Sudamérica: ríos Chira y Tumbes.

5.

**Familia:** LEBIASINIDAE

**Género:** *Lebiasina*

**Especie:** *Lebiasina bimaculata*  
(Valenciennes, 1847).

Nombre común: Guabina



## Descripción

Cuerpo alargado y engrosado, con una mancha humeral oscura detrás de la cabeza y otro en la base de la aleta caudal. Boca subterminal sin dientes. Presenta 5 a 7 radios blandos dorsales y 4 u 6 radios blandos anales. Longitud máxima 16 cm SL. Presencia de aleta adiposa en algunos individuos (Polimórfica). Distribución: Sudamérica: Ecuador y Perú, oeste de los Andes, También en las partes altas del río Marañón.

6.

**Familia:** CHARACIDAE

**Género:** *Astyanax*

**Especie:** *Astyanax festae*  
(Boulenger, 1898).

Nombre común: Mojarrita



### Descripción

Cuerpo alto y comprimido lateralmente. Presenta línea lateral completa. Presencia de dos manchas humerales negras verticales en la parte anterior del cuerpo. Dientes de la premaxila en dos hileras. Línea lateral con 41 a 46 escamas. Lóbulos de la aleta caudal sin escamas. Aleta dorsal con nueve a diez radios. Presenta 33 a 40 radios en la aleta anal. Distribución: Sudamérica: Cuenca del río Guayas, Ecuador y en la parte noroeste del Perú.

7.

**Familia:** CHARACIDAE

**Género:** *Bryconamericus*

**Especie:** *Bryconamericus brevirostris* (Günther, 1860)

Nombre común: Mojarrita



### Descripción

Cuerpo pequeño comprimido y alargado. Premaxila con dos hileras de dientes, 4 dientes en la serie interna de la premaxila. Hocico muy corto. Línea lateral completa.

Aleta anal con 34-39 radios, 43 a 50 escamas en la línea lateral. Longitud máxima 9.5 cm SL. No presenta mancha humerales. Radios medios de la aleta caudal negros.

Distribución: Sudamérica: Vertientes costeros del Pacífico de Ecuador y Perú.

8.

**Familia:** CHARACIDAE  
**Género:** *Bryconamericus*  
**Especie:** *Bryconamericus peruanus* (Günther, 1860)

Nombre común: Mojarrita



### Descripción

Premaxila con dos hileras de dientes, 4 dientes en la serie interna de la premaxila. Línea lateral completa. Cabeza y parte anterior del cuerpo engrosado, aleta anal con 25-27 radios, 37 a 38 escamas en la línea lateral. Longitud máxima 9.2 cm SL. Una mancha humeral oscura sobre la línea lateral. Mancha caudal continua hasta la mitad de los radios de la aleta caudal. Distribución: Sudamérica: Vertientes costeros del Pacífico de Ecuador y Perú.

9.

**Familia:** CHARACIDAE  
**Género:** *Rhoadsia*  
**Especie:** *Rhoadsia altipinna* Fowler, 1911

Nombre común: Sardina





## Descripción

Cuerpo alto y comprimido lateralmente. Radios de la aleta dorsal alargadas. Línea lateral incompleta. Mancha negra característica a los lados del cuerpo a la altura de la aleta dorsal. Longitud máxima 17 cm SL.

Distribución: Sudamérica: Vertientes del Pacífico, región occidental Ecuador y norte del Perú.

10.

**Familia:** BRYCONIDAE

**Género:** *Brycon*

**Especie:** *Brycon atrocaudatus* (Kner, 1863).

Nombre común: Cascafe



## Descripción

Cuerpo alargado y moderadamente alto. Hocico corto y boca terminal, premaxila con dos series de dientes, dientes cuspidados. Mandíbula inferior ligeramente más corta que la superior. Línea lateral con 49-56 escamas. Mancha humeral oscura verticalmente alargada, sin banda lateral negra, usualmente menos de 32 radios anales. Mancha negra oval en la mitad del pedúnculo caudal. La cabeza y las aletas cubiertas por manchas oscuras. Color plateado en general. Longitud máxima 27.3 cm SL.

Distribución: Sudamérica: Cuencas de ríos trans – Andinos en Perú y Ecuador.

11.

**Familia:** BRYCONIDAE

**Género:** *Brycon*

**Especie:** *Brycon dentex* Günther, 1860.

Nombre común: Cascafe



## Descripción

Cuerpo alargado no muy alto, hocico puntiagudo, posición de la boca terminal con la mandíbula superior fuertemente proyectada, dejando los dientes de la mandíbula superior expuestas. Los dientes premaxilares se encuentran distribuidos en cuatro hileras. Aleta anal con 31 a 32 radios ramificados. 43-61 escamas en la línea lateral. Alcanza hasta 34 cm SL. Distribución: Sudamérica, Cuencas trans-andinas de cuencas y Perú.

12.

**Familia:** BRYCONIDAE

**Género:** *Chilobrycon*

**Especie:** *Chilobrycon deuterodon* Géry & de Rham, 1981.

Nombre común: Sábalo.



## Descripción

Cuerpo alargado no muy alto, cabeza corta, hocico puntiagudo. Dientes del premaxilar en tres series, dientes aplanados y trilobados casi espatulados. Ausencia del labio superior. Línea lateral completa, con 53 a 57 escamas. Aleta dorsal con 9 radios, anal con 23 a 25 radios anales ramificados. Presencia de una mancha humeral. Presenta una mancha oscura en la base de la aleta caudal. Alcanza tamaños de hasta 10.8 cm SL (Lima, F.C.T., 2003). Distribución: Cuenca del río Tumbes.

## C. ORDEN: SILURIFORMES

13.

**Familia:** HEPTAPTERIDAE

**Género:** *Pimelodella*

**Especie:** *Pimelodella elongata*  
(Gunter, 1860).

Nombre común: Bagre



### Descripción

Cuerpo alargado y ligeramente comprimido. Proceso occipital une la base de la aleta dorsal y la cabeza. Primera aleta dorsal y pectoral espinosa, aleta adiposa larga. Lóbulo superior de la aleta caudal más grande que el lóbulo inferior y carece de una franja oscura lateralmente. Aleta dorsal con 7 a 8 radios, anal con 5 a 7 radios anales. Las barbillas maxilares sobrepasan la mitad del cuerpo. Alcanza tamaños de hasta 16.9 cm TL. Distribución: Sudamérica: Cuenca del río Esmeraldas, Ecuador y en los ríos Tumbes y en el norte del Perú.

14.

**Familia:** CETOPSIDAE

**Género:** *Paracetopsis*

**Especie:** *Paracetopsis Atahualpa*  
Ferraris & Pinna, 2005.

Nombre común: Ciego



### Descripción

Cuerpo relativamente elongado, cuerpo alto en el origen de la aleta dorsal. Ojos pequeños situados lateralmente. Pigmentación oscura del cuerpo y del opérculo, extremos de los lóbulos de la aleta caudal redondeada. Boca inferior, dientes vomerinos ordenados formando 2 a 3 hileras, Barbillas maxilares delgadas y cortas.



Aleta pélvica se extiende posteriormente hasta sobreponerse completamente muy cerca del origen de la aleta anal Distribución: Sudamérica: ríos Tumbes y Zarumilla, Perú.

15.

**Familia:** LORICARIIDAE

**Género:** *Chaetostoma*

**Especie:** *Chaetostoma microps*  
Günther, 1864

Nombre común: Raspa



### Descripción

Cuerpo ligeramente alto, cubierto por placas óseas, boca ancha y redondeada, hocico desnudo sin barbillas, base de la aleta dorsal formado por ocho placas. Aleta dorsal con siete radios, anal con 4 radios. Presencia de 4 a 7 espinas en el interoperculo, 24 a 25 placas óseas laterales. Color marrón. Longitud máxima 8.9 cm TL (Fisch – Muller, S., 2003). Distribución: Sudamérica: Río Tumbes, Perú y cuencas andinas occidentales del Perú.

### D. ORDEN: GYMNOTIFORMES

16.

**Familia:** STERNOPYGIDAE

**Género:** *Sternopygus*

**Especie:** *Sternopygus sp.*

Nombre común: Vaca






## Descripción

Cuerpo desnudo, comprimido lateralmente y elongado. Color blanco sin pigmentación oscura. No presenta aleta caudal ni dorsal y presenta la aleta anal muy larga con 200 a 240 radios. Hocico corto, boca terminal y mandíbulas de igual tamaño.

### E. ORDEN: CYPRINODONTIFORMES

<p>17.</p> <p><b>Familia:</b> POECILIIDAE <b>Género:</b> <i>Gambusia</i> <b>Especie:</b> <i>Gambusia affinis</i> (Baird &amp; Girard, 1853)</p> <p>Nombre común: Gupi</p>	
---	--

## Descripción

Cuerpo pequeño con marcado dimorfismo sexual (machos con radios anales modificados en forma de gonopodio). 7 a 9 radios blandos dorsales, 9 a 10 radios anales blandos. Origen de la aleta dorsal opuesto a séptimo radio anal. 8 hileras de escamas horizontales entre la espalda y el abdomen. Longitud máxima 4 cm TL. Aletas con puntos negros.

Distribución: América del Norte, Sudamérica y América central.

### F. ORDEN: SYNGNATHIFORMES

<p>18.</p> <p><b>Familia:</b> SYNGNATHIDAE <b>Género:</b> <i>Pseudophallus</i> <b>Especie:</b> <i>Pseudophallus starksii</i> (Jordan &amp; Culver, 1895)</p> <p>Nombre común: Agujilla</p>	
--	--

## Descripción

Cuerpo de forma tubular y alargada. Presentan placas óseas en forma de anillos alrededor del cuerpo. Boca pequeña y hocico cortó. Presenta aleta dorsal con 37-44 radios, Aleta caudal pequeña. Aleta pectoral muy corta y no presentan aletas ventrales. Presenta una mancha oscura que se extiende desde el hocico hasta detrás de los ojos.

Distribución: Sudamérica: Vertientes costeros del Pacífico desde el Golfo de California hasta Ecuador.

## G. ORDEN: PERCIFORMES

19.

**Familia:** CENTROPOMIDAE

**Género:** *Centropomus*

**Especie:** *Centropomus unionensis*  
Bocourt, 1868

Nombre común: Robalito



## Descripción

Cuerpo alargado y alto, perfil dorsal justo detrás de los ojos, un poco cóncavo. Línea lateral se extiende hasta el margen posterior de la aleta caudal. Aleta anal con seis radios, la segunda espina de la aleta anal mucho más fuerte que la tercera y ligeramente más larga. Aleta dorsal con nueve radios. Presencia de una mancha negra en la parte distal de los primeros radios dorsales. Longitud máxima 46 cm TL. Distribución: Sudamérica: Pacífico Oriental, desde el Salvador al norte del Perú.

20.

**Familia:** MUGILIDAE

**Género:** *Mugil*

**Especie:** *Mugil cephalus*

Linnaeus, 1758

Nombre común: Lisa



### Descripción

Cuerpo alargado y ligeramente comprimido. Cabeza grande y ligeramente aplanada. Presenta dos aletas dorsales separadas, presencia del flanco con estrías negras. Aleta anal con tres espinas y nueve a 10 radios, cinco espinas y siete a nueve radios blandos dorsales. Boca terminal con labios delgados, premaxila con dos series de dientes, dientes cuspidados. Presenta mancha humeral oscura. Color plateado en general. Longitud máxima 100 cm SL. Distribución: Cosmopolita en casi todo los océanos, en Sudamérica desde el Golfo de California hasta Iquique (Chile).

21.

**Familia:** MUGILIDAE

**Género:** *Mugil*

**Especie:** *Mugil curema*

Valenciannes, 1836

Nombre común: Lisa



### Descripción

Cuerpo alargado y ligeramente comprimido. Cabeza grande y ligeramente aplanada. Presenta dos aletas dorsales separadas, no presenta flanco con estrías negras. Aleta anal con tres espinas y nueve a diez radios, cinco espinas y siete a nueve radios blandos dorsales. Boca terminal con labios delgados, premaxila con dos series de dientes, dientes cuspidados. Presenta mancha humeral oscura. Color plateado en



general. Longitud máxima 100 cm SL. Distribución: Cosmopolita en casi todo los océanos, en Sudamérica desde el Golfo de California hasta Iquique (Chile).

22.

**Familia:** CICHLIDAE

**Género:** *Andinoacara*

**Especie:** *Andinoacara rivulatus*  
(Günther, 1860)

Nombre común: Mojarra



### Descripción

Cuerpo moderadamente alto y lateralmente comprimido. Hocico redondeado, área interorbital convexa. Dientes cónicos. Aletas anal, dorsal y pélvica sin escamas, mientras que la base de la aleta caudal es densamente escamada. Aleta dorsal con 14 espinas y 11 radios. Presenta una mancha negra pronunciada en la zona medio lateral, no presenta mancha caudal pero si es visible es muy pequeña. Presenta una franja anaranjada en la parte distal de las aletas dorsal y caudal cuando está vivo, también una coloración verde con franjas azules en la cabeza. Los machos presentan una giba en la cabeza y un patrón de coloración distinto al de las hembras. Longitud máxima 20 cm TL. Distribución: Sudamérica: Vertientes del Pacífico desde río Esmeraldas en Ecuador hasta el río Tumbes en Perú.

23.

**Familia:** CICHLIDAE

**Género:** *Oreochromis*

**Especie:** *Oreochromis niloticus*  
(Linnaeus, 1758)

Nombre común: Tilapia



## Descripción

Cuerpo alto y lateralmente comprimido. Presenta escamas cicloides. Cuerpo con franjas verticales oscuras en el cuerpo. Pedúnculo caudal alto. Aleta dorsal continua, con 15 a 18 espinas dorsales y 11 a 13 radios; tres espinas anales y 10-11 radios. Aleta caudal truncada. Longitud máxima 60 cm TL.

Distribución: Ampliamente distribuida por la acuicultura.

24.

**Familia:** ELEOTRIDAE

**Género:** *Dormitator*

**Especie:** *Dormitator latifrons*  
(Richardson, 1844)

Nombre común: Chalaco



## Descripción

Cuerpo robusto y comprimido. Cabeza aplanada. Una franja oscura infraorbital. Boca ancha con la mandíbula inferior proyectada hacia arriba. Aleta dorsal dividida en dos y con manchas oscuras. Aletas ventrales separadas. Aleta dorsal con siete espinas en la primera aleta y una espina con 8 a 9 radios en la segunda. Aleta anal con una espina y nueve a diez radios, línea lateral con 30 a 34 escamas. Longitud máxima 41 cm TL.

Distribución: Sudamérica: California (USA) hasta el Perú.

25.

**Familia:** ELEOTRIDAE

**Género:** *Gobiomorus*

**Especie:** *Gobiomorus maculatus*  
(Günther, 1859)

Nombre común: Guabina



## Descripción

Cuerpo alargado, ojos grandes, boca terminal y mandíbula inferior proyectada hacia arriba, dientes en forma de caninos. Presencia de tres barras orbitales. Aletas ventrales separadas sin formar una ventosa ventral. Dos aletas dorsales, la primera con seis espinas y la segunda con 10 radios blandos. Aleta anal con cinco radios. Aleta caudal redondeada. 56 a 61 escamas en la línea lateral. Color gris oscuro con manchas más oscuras lateralmente. Longitud máxima 27 cm SL. Distribución: Vertientes del Pacífico, desde México a Perú.

26.

**Familia:** GOBIIDAE

**Género:** *Awaous*

**Especie:** *Awaous banana*  
(Valenciennes, 1837)

Nombre común: Camotillo



## Descripción

Cuerpo alargado, cilíndrico en la parte anterior y comprimido en la parte posterior. Cabeza desnuda. Boca subterminal. Posee dos aletas dorsales, el primero con seis a ocho espinas el segundo con 11 radios. Las aletas ventrales están unidas formando una ventosa. Aleta caudal redondeada. Color claro con los lados del cuerpo con manchas oscuras irregulares y puntos en la cabeza. Longitud máxima 26.4 cm SL. Distribución: Norteamérica, Sudamérica y Centroamérica, en las Vertientes del Pacífico, desde Baja California hasta el río Tumbes.



27.

**Familia:** GOBIIDAE

**Género:** *Evorthodus*

**Especie:** *Evorthodus minutus*  
(Meek & Hildebrand, 1928)

Nombre común: Gobio



### Descripción

Cuerpo alargado, cilíndrico en la parte anterior y comprimido en la parte posterior. Escamas en los lados de la cabeza. Boca subterminal. Posee dos aletas dorsales, cuatro a seis espinas en la primera aleta dorsal, el segundo con 11 radios. Las aletas ventrales están unidas formando una ventosa. Dientes de la mandíbula en dos filas. Ojos ligeramente grandes. Radios de la aleta pectoral sin filamentos. Aleta anal rojiza y el cuerpo con manchas oscuras irregulares. Longitud máxima 3.6 cm LT. Distribución: Sudamérica: Vertientes del Pacífico, región occidental Ecuador y norte del Perú.

28.

**Familia:** GOBIIDAE

**Género:** *Gobionellus*

**Especie:** *Gobionellus* sp.

Nombre común: Gobio



## Descripción

Cuerpo alargado, cilíndrico en la parte anterior y comprimido en la parte posterior. Cabeza deprimida y ancha. Boca subterminal. Ojos grandes. Posee dos aletas dorsales, el primero con seis a ocho espinas el segundo con 11 radios. Las aletas ventrales están unidas formando una ventosa. Aleta caudal lanceolada. Color del cuerpo oscuro. Distribución: Río Tumbes.

## H. ORDEN: PLEURONECTIFORMES

29.

**Familia:** ACHIRIDAE

**Género:** *Achirus*

**Especie:** *Achirus mazatlanus*  
(Steindachner, 1869)

Nombre común: Lenguado



## Descripción

Cuerpo deprimido y ovalado. Ojos y pigmento en el lado derecho (ocular). Color gris con seis a 11 líneas negras verticales. Aleta caudal libre. Presenta la aleta pectoral en el lado ocular. Radios dorsales de 55 a 57, 41 a 44 radios anales y 1-4 radios pectorales. Escamas en el lado ocular presentan filamentos negros y finos. Parte anterior de la cabeza del lado ciego con tentáculos carnosos muy cortos. Longitud máxima 20 cm TL.

Distribución: Desde Baja California (México) hasta Puerto Pizarro (Perú).



30.

**Familia:** ACHIRIDAE

**Género:** *Achirus*

**Especie:** *Achirus klunzingeri*  
(Steindachner, 1880)

Nombre común: Lenguado



### Descripción

Cuerpo deprimido y ovalado. Ojos y pigmento en el lado derecho (ocular). Color marrón casi uniforme con tenues líneas verticales oscuras. Aleta caudal libre. Presenta la aleta pectoral en el lado ocular. Radios dorsales de 59 a 66, 46 a 51 radios anales y 5 a 6 radios pectorales. Escamas en el lado ocular presentan filamentos negros y finos. Longitud máxima 23 cm TL. Distribución: Pacífico, desde Panamá hasta Tumbes, Perú.

31.

**Familia:** ACHIRIDAE

**Género:** *Trinectes*

**Especie:** *Trinectes fluviatilis*  
(Meek&Hildebrand, 1928)

Nombre común: Lenguado



### Descripción

Cuerpo deprimido y ovalado. Ojos y pigmento en el lado derecho (ocular). Color marrón casi uniforme con tenues líneas verticales oscuras y manchas oscuras. Aleta caudal libre, aleta pectoral normalmente ausente. Radios dorsales de 53 a 57, 41 a 43 radios anales. Escamas en el lado ocular presentan filamentos negros y finos. Aletas dorsal y anal con manchas oscuras. Longitud máxima 5 cm TL. Distribución: Pacífico, desde Costa Rica hasta Perú.

32.

**Familia:** ACHIRIDAE

**Género:** *Trinectes*

**Especie:** *Trinectes fonsecensis*  
(Günther, 1862)

Nombre común: Lenguado



### Descripción

Cuerpo deprimido, alargado y ovalado. Ojos y pigmento en el lado derecho (ocular). Color pardo casi uniforme con 11 a 13 líneas verticales oscuras marcadas. Aleta pectoral presente y aleta caudal libre no unida a la aleta dorsal. Aletas manchadas. Radios dorsales de 58 a 60, 43 a 46 radios anales y uno a tres radios pectorales. Escamas en el lado ocular presentan filamentos negros y finos. Longitud máxima 25 cm TL.

Distribución: Pacífico, desde Panamá hasta Paita, Perú.

## **XI. GLOSARIO**

**Aleta adiposa polimórfica:** Es la presencia o ausencia de la aleta adiposa en individuos de la misma especie, originado por diversos motivos.

**Carnívoro:** Peces que obtiene sus energías y requerimientos nutricionales a través de una dieta consistente principalmente o exclusivamente del consumo de carne.

**Dentición polimórfica:** Variación de la estructura y constitución dentaria de un individuo a lo largo de su ciclo de vida, se le atribuye esta variación al tipo de alimento que ingiere.

**Dimorfismo sexual:** Es la variación en la fisonomía externa, como forma, coloración o tamaño, entre machos y hembras de una misma especie.

**Invertívoro:** Peces que se alimentan de pequeños invertebrados.

**Omnívoro:** Son peces que utilizan alimento animal y vegetal vivo en partes bastante equilibradas. Cuando hay un cierto dominio de alguno de los dos *ítems*, se refieren a las especies como: omnívora con tendencia a carnívora u omnívora con tendencia a herbívora.

**Zona ribereña:** Ocurre en la interface entre los ecosistemas acuáticos y terrestres y regula la transferencia de energía entre estos ecosistemas.